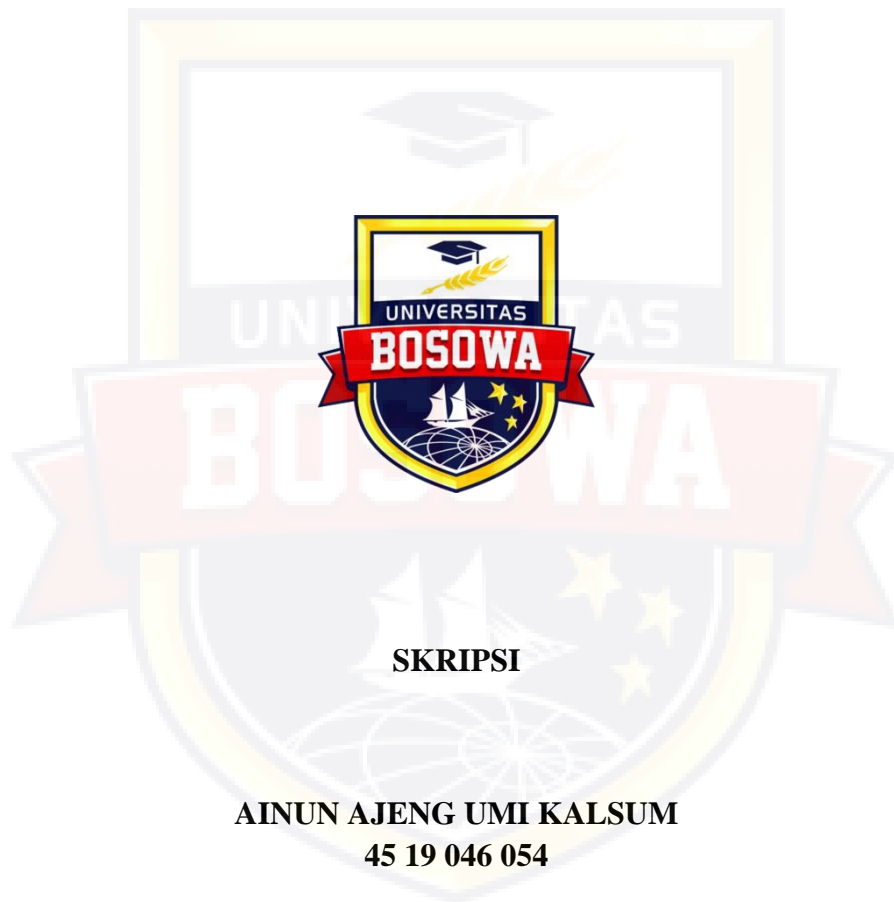


**KAJIAN PERUBAHAN UKURAN GEOMETRI PELEDAKAN
TERHADAP *FRAGMENTASI* DAN PRODUKSI *DIGGING*
TIME HITACHI EX 2002 DI PT PETROSEA KBL
SITE CCM PIT DELTA KECAMATAN SEBUKU,
KABUPATEN NUNUKAN, PROVINSI
KALIMANTAN UTARA.**



SKRIPSI

**AINUN AJENG UMI KALSUM
45 19 046 054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2023**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Kajian Perubahan Ukuran Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Produksi *Digging Time* HITACHI EX 2002 Di PT Petrosea KBL Site CCM Pit Delta Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara.

Nama Penulis : Ainun Ajeng Umi Kalsum

NIM : 45 19 046 054

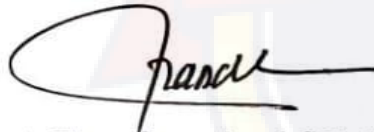
Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada Seminar Hasil

Makassar, 22 Juni 2023

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T
NIP : 0001017102



A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., M.T
NIDN : 0920108503

Menyetujui,

Ketua Prodi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Bosowa



Edu, Irena Cahyuni, S.T., M.T
NIDN : 0912127306

PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

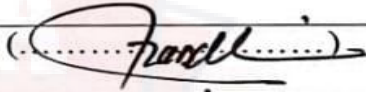
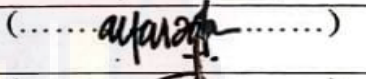


Judul : **Kajian Perubahan Ukuran Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Produksi *Digging Time* HITACHI EX 2002 Di PT Petrosea KBL Site CCM Pit Delta Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara.**

Nama : **Ainun Ajeng Umi Kalsum**

Stambuk : **45 19 046 054**

Disetujui Tanggal : **22 Juni 2023**

TIM PENGUJI

Ketua	: Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T	(..... )
Sekretaris	: A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., M.T	(..... )
Penguji 1	: Enni Tri Mahyuni, S.T., M.T	(..... )
Penguji 2	: Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T	(..... )

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa



Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T
NIDN : 0908077301

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ainun Ajeng Umi Kalsum

NIM : 45 19 046 054

Jurusan : Teknik Pertambangan

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 23 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Ainun Ajeng Umi Kalsum

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah berkenan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir (TA) pada PT Petrosea KBL Site CCM Pit Delta yang terletak di Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. Kegiatan ini dilaksanakan mulai tanggal 24 Agustus 2022 sampai dengan 30 September 2022 dengan judul “**Kajian Perubahan Ukuran Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Produksi *Digging Time* Hitachi EX 2002 Di PT Petrosea KBL Site CCM Pit Delta Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara.**”.

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan ikut andil dalam

1. Bapak **Dr. H. Nasrullah, ST., MT IAI.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar
2. Ibu **Enni Tri Mahyuni, ST., MT.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bosowa Makassar
3. Bapak **Ir. Andi Ilham Samanlangi, ST., MT., IPP.**, selaku Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar sekaligus pembimbing I.

4. Ibu **A. Al' Faizah Ma'rief, ST., MT**, selaku Penasehat Akademik, sekaligus pembimbing II.
5. **Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan** Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bosowa Makassar.
6. Bapak **Eko Hadi Wibowo**, selaku *Drill Blast Super Intendent* PT Petrosea Tbk. Sekaligus pembimbing di lapangan
7. Bapak **Riswanto Sihaloho** selaku *Senior Drill Blast Engineer* PT Petrosea Tbk. sekaligus pembimbing di lapangan.
8. Bapak **Dodi Hermanto Pramantio Hutahean** selaku *Drill Blast Engineer* PT Petrosea Tbk. Sekaligus Pembimbing di lapangan
9. Bapak **Arif Budiman** selaku *Drill Blast Engineer* PT Petrosea Tbk selaku Pembimbing di lapangan.
10. Mas **Afif** beserta rekan-rekan selaku *GDP Mining Engineer* PT Petrosea Tbk. yang telah membantu dalam aplikasi *Split-Desktop 4.0* dan mendukung pengambilan data di *Pit Office* maupun di lapangan.
11. Kepada orang tua, **Ir.Sri Suprpti (Almh), Kismardiany., S,Sos.** dan **Suryanto., SE.** Tidak lupa pula untuk saudara-saudara saya, **Dyah Ayu Kencana Rukmi., ST., SE.** dan **Ridho Azhari Hidayat Syam., SE.** atas dukungan dan doa dalam penyusunan skripsi ini.

12. Kepada sahabat-sahabat, **Galuh Trianto, ST, Miftahul Jannah, Cicilia Febrianti, dan Iin Indriya Setyorini** atas dukungan dan doa selama penyusunan skripsi ini.

13. Kepada rekan-rekan TA, **Elza Lisa Listianti, Sherina Azzahra** atas kebersamaan, kerjasama serta dukungan dalam pengambilan data hingga penyusunan skripsi ini dapat selesai.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang berguna untuk penyempurnaan penulisan laporan ini.

Makassar, 29 September 2022



AINUN AJENG UMI KALSUM

ABSTRAK

AINUN AJENG UMI KALSUM, Kajian Perubahan Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Produksi *Digging Time* Di PT Petrosea KBL Site CCM Pit Delta Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. (Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T dan A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., MT)

PT PETROSEA KBL SITE CCM Desa Pembeliangan Sebakis Kecamatan Sebuku Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara. merupakan salah satu perusahaan tambang batubara di Indonesia dan kegiatan penambangannya dilakukan dengan metode *Open Pit* atau Tambang Terbuka dan dilakukan dengan proses peledakan. Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik diperoleh fragmentasi ukuran merata dengan sedikit bongkah.

Penelitian ini dilaksanakan dengan pengamatan dilapangan terhadap geometri peledakan aktual yang diterapkan oleh perusahaan >29%. Presentase bongkahan batu besar mengakibatkan target produktivitas penggalian beban yang direncanakan perusahaan sebesar 140,000bcm/day tidak tercapai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui geometri peledakan yang menghasilkan kualitas *blasting*, mengetahui distribusi fragmentasi menggunakan teori *Kuz-Ram* dan *Software Split-Desktop*, dan untuk memodifikasi geometri peledakan dengan menggunakan metode *C.J Konya (1990)*.

Dari hasil metode penelitian dilakukan dengan memberikan rekomendasi geometri peledakan adalah: *Burden (B)* : 8,0 m, *Spasi (S)* : 9,0 m, *Stemming (T)* : 4,0 m, *Depth (H)* : 7,5 m, *Subdrilling (J)* : 0,5 m, *Powder Coloumb (PC)* : 3,5 m, *Loading Density (de)* : 26,4 m, *Tinggi Jengjang (L)*: 7,0 m, *Powder Factor Emulsion* : 0,28 kg/m³. *Powder Factor (PF) Anfo* : 0,20 kg/m³ dimana fragmentasi ukuran *boulder* dihasilkan dari hasil analisis dengan *software split-desktop* sebesar 28%. Sehingga presentase dapat mendekati target productivity yang telah ditargetkan oleh perusahaan.

Kata Kunci : Geometri Peledakan, Fragmentasi, *Digging Time*, *C.J Konya*, *Kuzram*, *Split-Desktop*

ABSTRACT

AINUN AJENG UMI KALSUM, *Study of Blasting Geometry Changes on Fragmentation and Digging Time Production at PT Petrosea KBL Site CCM Pit Delta in Sebuku District, Nunukan Regency, North Kalimantan Province.* (**Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T and A. Al' Faizah Ma'rief, S.T.,MT**)

PT PETROSEA KBL SITE CCM, Beliangan Sebakis Village, Sebuku District, Nunukan Regency, North Kalimantan Province. is one of the coal mining companies in Indonesia and its mining activities are carried out using the Open Pit or Open Mining method and are carried out by a blasting process. A successful blasting operation results in uniform size fragmentation with few lumps.

This research was carried out by observing in the field the actual detonation geometry applied by companies > 29%. The percentage of boulders resulted in the company's planned excavation productivity target of 140,000bcm/day not being achieved. This study aims to determine the blasting geometry that produces blasting quality, to determine the distribution of fragmentation using the Kuz-Ram theory and Split-Desktop Software, and to modify the blasting geometry using the C.J Konya method (1990).

From the results of the research method carried out by providing recommendations for blasting geometries are: Burden (B) : 8.0 m, Spacing (S) : 9.0 m, Stemming (T) : 4.0 m, Depth (H) : 7.5 m, Subdrilling (J) : 0.5 m, Powder Coloumb (PC) : 3.5 m, Loading Density (de) : 26.4 m, Height Step (L): 7.0 m, Powder Factor Emulsion : 0.28 kg/m³. Powder Factor (PF) Anfo : 0.20 kg/m³ where the boulder size fragmentation resulting from the results of analysis with split-desktop software is 28%. So that the percentage can approach the productivity target that has been targeted by the company.

Keywords: Blasting Geometry, Fragmentation, Digging Tine, C.J Konya, Kuzram, Split-DeskPtop

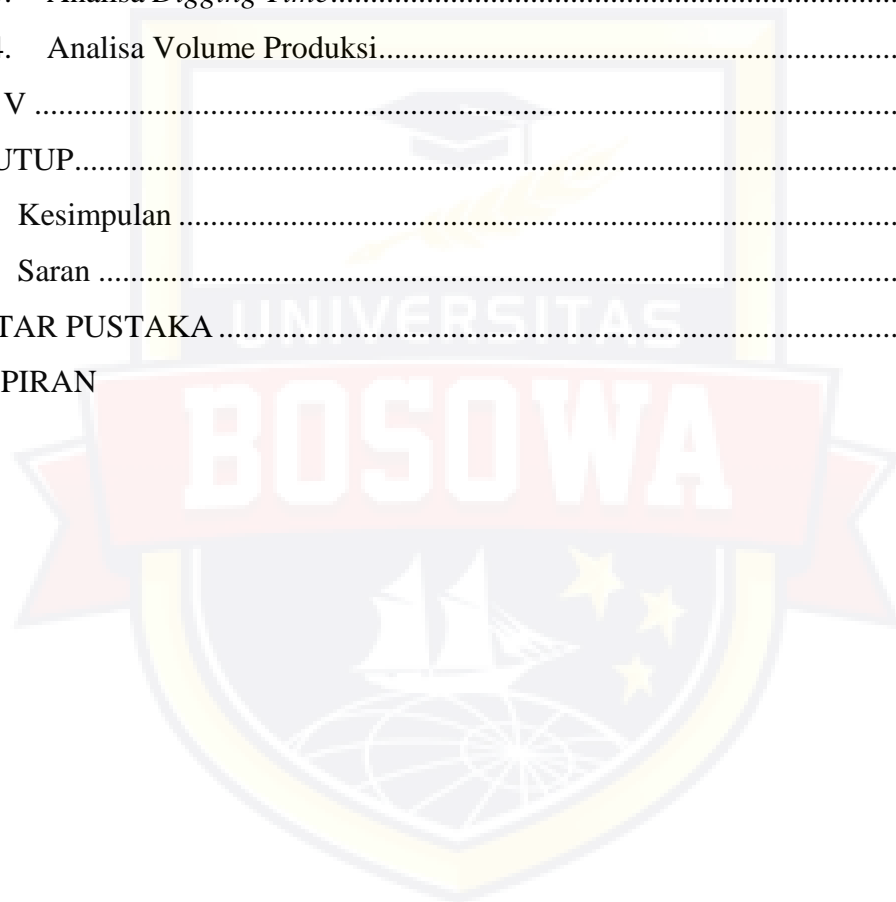
DAFTAR ISI

SAMPUL

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
a. Bagi Keilmuan.....	5
b. Bagi Universitas	6
c. Bagi Perusahaan	6
d. Bagi Penulis.....	6
F. Penelitian Terdahulu	6
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Geologi Regional	9
1. Geomorfologi	9
2. Statigrafi Regional.....	11
3. Stuktur Geologi Regional.....	13
B. Landasan Teori.....	14
1. Pemboran.....	14

2. Peledakan	17
A. Peralatan Pendukung Peledakan.....	18
B. Peralatan Pendukung Peledakan.....	19
C. Perlengkapan Peledakan.....	20
D. Pola Peledakan	24
3. Geometri Peledakan CJ Konya (1972).....	27
4. Sifat Bahan Peledak	35
5. Pengisian Bahan Peledak	35
6. Mekanisme Peledakan.....	36
7. Fragmentasi	38
8. Digging Time	43
9. Volume Produksi.....	44
BAB III	47
METODE PENELITIAN.....	47
A. Jenis Penelitian.....	47
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian	47
C. Alat Dan Bahan.....	49
D. Teknik Pengumpulan Data.....	50
1. Pengamatan Batuan	50
2. Pengamatan dan Pengukuran Geometri Aktual	50
3. Pengamatan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan	52
4. Pengamatan <i>Digging Time</i>	53
E. Teknik Analisis Data.....	54
1. Analisa Data Fragmentasi	54
2. Analisa Data <i>Digging Time</i>	56
3. Analisa Data Volume Produksi	57
4. Tahap Analisa Data (Bagan alir Penelitian).....	58
BAB IV	59
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59
A. HASIL PENELITIAN	59
1. Geometri Aktual.....	59

2. Fragmentasi Hasil Peledakan	60
3. Digging Time Hasil peledakan.....	60
4. Volume Produksi.....	60
B. PEMBAHASAN	61
1. Analisa Rancangan Geometri Usulan	61
2. Analisa Fragmentasi	62
3. Analisa <i>Digging Time</i>	67
4. Analisa Volume Produksi.....	69
BAB V	70
PENUTUP.....	70
A. Kesimpulan	70
B. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	x
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Tarakan dan Sebatik, Kalimantan ...	12
Gambar 2. 2 Tektonik dan struktur geologi Pulau Kalimantan	13
Gambar 2. 3 <i>Square Drill Pattern</i> dan <i>Rechtangular</i>	15
Gambar 2. 4 <i>Tranggerd Drill Pattern</i>	15
Gambar 2. 5 Pemboran Lubang ledak Vertikal & Lubang ledak miring.	16
Gambar 2. 6 <i>Rotary Blashole Drilling</i>	17
Gambar 2. 7 <i>MMU Truck</i>	19
Gambar 2. 8 <i>SANDVIK D245S Drilling Machine</i>	20
Gambar 2. 9 Detonator Inhole Delay (500ms)	21
Gambar 2. 10 Detonator Surface Delay (25ms)	21
Gambar 2. 11 Detonator Surface Delay (109 ms)	21
Gambar 2. 12 Detonator.....	21
Gambar 2. 13 Kegiatan Pengisian ANFO di Dalam Lubang Ledak	22
Gambar 2. 14 Booster	23
Gambar 2. 15 Plastik Liner	24
Gambar 2. 16 Proses Charging Menggunakan Plastik Liner	24
Gambar 2. 17 Pola Peledakan Box Cut	25
Gambar 2. 18 Pola Peledakan Corne Cut (Echelon).....	25
Gambar 2. 19 Pola Peledakan V-Cut	26
Gambar 2. 20 Geometri Peledakan Aktual Dengan Kedalaman 7,5 m.....	27
Gambar 2. 21 Proses Stemming	31
Gambar 2. 22 Pengukuran Kedalaman Lubang.....	32
Gambar 2. 23 Proses Pecah Batuan.....	36
Gambar 3. 1 Lokasi Dan Kesampaian Daerah PT. Central Cipta Murdaya	48
Gambar 3. 2 Kamera HP Samsung S10 Lite	50
Gambar 3. 3 Pengukuran Geometri Peledakan	51
Gambar 3. 4 Pengamatan Fragmentasi Batuan	52
Gambar 3. 5 Pengamatan <i>Digging Time</i>	53
Gambar 3. 6 Analisa Perbandingan Dengan Menggunakan <i>Helm Safety</i>	55
Gambar 3. 7 Kurva Hasil Analisa Menggunakan <i>Software Split Desktop</i>	55
Gambar 3. 8 Diagram Volume Produksi <i>Weekly Pit Delta</i>	57

Gambar 3. 9 Bagan Alir Penelitian	58
Gambar 4. 1 Grafik Presentase Fragmentasi Kuzram Geometri Aktual	63
Gambar 4. 2 Grafik Presentase Fragmentasi Kuzram Geometri Usulan.....	64
Gambar 4. 3 Analisa Split Deskstop Geometri Aktual AREA A	65
Gambar 4. 4 Grafik Presentase Fragmentasi Split Deskstop Aktual AREA A.....	66
Gambar 4. 5 Korelasi Grafik Hasil Penelitian Split Deskstop dan Hasil Perhitungan Kuz- Ram	66
Gambar Lampiran B. 1 Shot Plan Seam I	72
Gambar Lampiran B. 2 Shot Plan Seam F	72
Gambar Lampiran B. 3 Shot Plan Expose Seam H	73
Gambar Lampiran B. 4 Shot Plan Seam F	73
Gambar Lampiran B. 5 Shot Plan Expose Seam G	74
Gambar Lampiran I. 1 Hasil Pengamatan Fragmentasi Batuan AREA A	96
Gambar Lampiran I. 1 Hasil Pengamatan Fragmentasi Batuan AREA B.....	96
Gambar Lampiran J. 1 Pengamatan Digging Time HITACHI XA 2002.....	98
Gambar lampiran K. 1 Assesment AREA Expose Seam F, Seam F Utara, Seam G	99
Gambar lampiran K. 2 Penerimaan Lubang Ledak.....	100
Gambar lampiran K. 3 Primming dan Charging Bahan Peledak	100
Gambar lampiran K. 4 Proses Stemming	101
Gambar lampiran K. 5 Blast Map dan Road Blocker	101
Gambar lampiran K. 6 Post Blast.....	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Stiffness Ratio dan Pengaruhnya (Konya, 1995).....	29
Tabel 2. 2 Powder Factor yang disarankan (Jimeno, 1995).....	35
Tabel 2. 3 Pembobotan Masa Batuan.....	39
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	49
Tabel 3. 2 Digging Time.....	56
Tabel 4. 1 Geometri Aktual.....	59
Tabel 4. 2 Geometri Peledakan Usulan Menggunakan Metode C. Konya 1990.....	61
Tabel 4. 3 Perbandingan Fragmentasi Kuzram Aktual dan Usulan.....	62
Tabel 4. 4 Presentase Fragmentasi <i>Kuzram</i> Geometri Aktual.....	63
Tabel 4. 5 Actual Blast Volume Weekly.....	69
Tabel Lampiran A 1 Hasil Pengukuran Geometri Aktual.....	71
Tabel Lampiran J. 1 Digging Time HITACHI XA 2002.....	98

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA PENGUKURAN GEOMETRI AKTUAL	71
LAMPIRAN B TIE UP BLASTING	72
LAMPIRAN C PERHITUNGAN GEOMETRI PELEDAKAN MENGGUNAKAN METODE C.J KONYA	75
LAMPIRAN D RANCANGAN GEOMETRI AKTUAL PELEDAKAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE C.J KONYA	80
LAMPIRAN E RANCANGAN GEOMETRI USULAN PELEDAKAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE C.J KONYA	82
LAMPIRAN F PERHITUNGAN FRAGMENTASI GEOMETRI AKTUAL MENGGUNAKAN METODE KUZRAM	85
LAMPIRAN G PERHITUNGAN FRAGMENTASI GEOMETRI USULAN MENGGUNAKAN METODE KUZRAM	88
LAMPIRAN H PROSEDUR PENUNNAN SPLIT DESKTOP	92
LAMPIRAN I HASIL PENGAMATAN FRAGMENTASI DAN PERHITUNGAN APLIKASI SPLIT DESKTOP	96
LAMPIRAN J DIGGING TIME	98
LAMPIRAN K PERSIAPAN PELEDAKAN	99
LAMPIRAN L DATA SOUNDING	103

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Batubara adalah batuan organik yang terbentuk dari fosil tumbuh-tumbuhan, berwarna gelap dan sedikit *terasosiasi* oleh kandungan mineral. Struktur kimianya diperkirakan berbentuk *polimer* padat yang tersusun dari grup *aromatik* dan grup *polisiklik* yang dihubungkan oleh *struktur alifatik* dan *fungsiional oksigen* gugus. Proses pembentukan batubara terdiri dari dua tahap yakni proses *biokimia* dan proses *dinamokimia*. Secara keseluruhan proses ini dipengaruhi oleh tipe lingkungan pengendapan (*insitu* atau *drift*), temperatur, tekanan, dan skala waktu geologi. (Pasyimi, 2008)

Di Indonesia, kebanyakan perusahaan asing maupun *local* banyak menggunakan metode tambang terbuka, oleh karena sebagian besar cadangan batubara terdapat pada dataran rendah atau pada daerah Pegunungan dengan *topografi* yang landau dengan kemiringan lapisan batubara yang kecil. Penambangan dengan metode tambang terbuka adalah suatu kegiatan penggalian bahan galian seperti batubara, *ore* (bijih), batu dan sebagainya di mana para pekerja berhubungan langsung dengan udara luar dan iklim. Metode ini cocok dipakai untuk *ore bodies* yang berbentuk *horizontal* yang memungkinkan produksi tinggi dengan ongkos rendah. (Fadli, 2015)

PT PETROSEA Tbk (“Perusahaan”) merupakan salah satu perusahaan tambang batubara di Indonesia dan kegiatan penambangannya dilakukan dengan metode *Open Pit* atau Tambang Terbuka. Kegiatan pengupasan *Overburden* oleh PT Petrosea Tbk. Sebagian besar dilakukan dengan proses peledakan. (Junaedi Danu, Richard Bruch Ness, *Annual Reported* PT. Petrosea Tbk. 2011).

Peledakan merupakan kegiatan pemecahan suatu *material* (batuan) atau *Overburden* dengan menggunakan bahan peledak. Keberhasilan kegiatan peledakan dapat dinilai dari beberapa parameter antara lain yaitu tercapainya target peledakan yang direncanakan dan tercapainya ukuran fragmentasi batuan sesuai dengan yang direncanakan serta beberapa parameter lainnya. (Rudi Frianto, 2014.)

Dalam suatu operasi peledakan batuan, kegiatan pemboran merupakan pertama kali yang dilakukan dengan tujuan untuk membuat sebuah lubang ledak dengan geometri dan pola yang sudah tertentu pada massa batuan, yang selanjutnya akan diisi dengan bahan peledak yang akan diledakan. Tujuan kegiatan peledakan adalah umumnya untuk membongkar batuan yang sifatnya keras, dan mempermudah alat untuk melakukan Pengupasan dan pengangkutan *Overburden* dalam mencapai target ketika beroperasi pada pencapaian produksi. (W. Apriani, 2019)

Dalam suatu operasi peledakan batuan, kegiatan pemboran merupakan pekerjaan yang pertama kali dilakukan dengan tujuan untuk membuat sejumlah lubang ledak dengan geometri dan pola yang sudah tertentu pada massa batuan, yang selanjutnya akan diisi dengan sejumlah bahan peledak untuk diledakkan

(Didiet Try Setiadi 2012), sedangkan kegiatan peledakan dilakukan untuk memberaikan batuan dengan *volume* besar menjadi *volume* kecil sehingga mudah dalam pengambilan dan pengangkutan. Namun, kegiatan peledakan memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitar.(A. Al'Faizah Ma'rief, 2020)

Target peledakan merupakan salah satu parameter keberhasilan kegiatan peledakan dan pengupasan *overburden* sebagian besar dilakukan dengan kegiatan peledakan, karena itu permasalahan ketidaktercapaian target peledakan menjadi suatu masalah yang cukup serius bagi perusahaan. Permasalahan ketidaktercapaian target peledakan ditinjau dari segi geometri peledakan yang diterapkan di lapangan serta faktor lain di lapangan yang mempengaruhi ketidaktercapaian target peledakan antara lain faktor cuaca, intensitas peledakan yang berkurang, serta *human error*, sehingga untuk mencapai target peledakan perlu dilakukan evaluasi mengenai geometri peledakan untuk pencapaian produksi peledakan terhadap *Overburden*. (Brier J, 2020)

Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila diperoleh fragmentasi ukuran merata dengan sedikit bongkah. Ukuran fragmentasi yang dihasilkan ini pun kemudian berpengaruh terhadap diggability dari alat gali muat yaitu digging time dan bucket fill factor dari alat gali muat yang beroperasi untuk menggali dan memindahkan material hasil peledakan tersebut yang nantinya dengan semakin tinggi digging time alat gali muat dan bucket fill factor alat gali muat kecil maka akan berpengaruh terhadap ketercapaian target produktivitas dari alat gali muat yang menggali dan memindahkan material hasil peledakan. (Sunyoto & Kopa, 2020)

Mengacu pada hal tersebut maka hasil yang menjadi dasar penelitian untuk melakukan kajian penelitian dengan judul *Kajian Perubahan Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Produksi Digging Time Di PT Petrosea KBL Site CCM Pit Delta Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara.*

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan diatas, maka masalah pokok dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancangan *geometri* peledakan aktual di PT. Petrosea KBL Pit Delta?
2. Bagaimana hasil ukuran *fragmentasi* aktual di PT. Petrosea KBL Pit Delta?
3. Bagaimana pengaruh perbandingan *geometri* peledakan aktual terhadap ukuran *fragmentasi* dan *digging Time* di PT. Petrosea KBL Pit Delta?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya dibatasi pada :

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Petrosea KBL CCM
2. Geometri yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah *burden* dan *spasi*.
3. Analisa isian bahan peledak
4. Perhitungan *fragmentasi* aktual menggunakan *software split dekstop*
5. Pengambilan data waktu (*cycle time*) alat gali muat hanya dilakukan pada *digging time*

6. Karakteristik batuan yang digunakan hanya merupakan karakteristik batuan rata-rata dari tiap interburden
7. Target *Productivity*
8. Analisa biaya tidak dilakukan

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis geometri peledakan aktual untuk mengetahui geometri peledakan yang dapat menghasilkan kualitas *blasting*.
2. Menganalisis distribusi *fargmentasi* aktual di PT. Petrosea KBL Pit Delta.
3. Merancang modifikasi *geometri* peledakan menggunakan metode *C.J Konya (1990)* dan *Kuz-Ram* terhadap ukuran *fragmentasi* dan *digging time* di PT. Petrosea KBL Pit Delta.

E. Manfaat Penelitian

Dari penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi keilmuan, universitas, perusahaan dan bagi penulis sendiri.

Manfaat penelitian dimaksud adalah :

a. Bagi Keilmuan

1. Menambah referensi sebagai kajian peledakan dan pembongkaran.
2. Mendapatkan gambaran mengenai keterkaitan teori dengan kondisi aktual dilapangan.

b. Bagi Universitas

1. Menjalin kerjasama antara Universitas dan Perusahaan
2. Sebagai upaya media promosi calon lulusan sarjana dengan penelitian yang dilakukan di perusahaan

c. Bagi Perusahaan

1. Mendapatkan informasi mengenai pemetaan karakteristik batuan dan nilai *blasting geometry* yang sesuai agar hasil fragmentasi batuan baik untuk tercapainya angka *digging time* yang optimal.

d. Bagi Penulis

1. Dapat menyelesaikan Tugas Akhir untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Pertambangan.
2. Mengaplikasikan ilmu yang didapat selama kuliah ke dalam dunia kerja, khususnya dalam bidang peledakan dan pembongkaran pada kegiatan pertambangan.
3. meningkatkan pengetahuan dan kemampuan dalam melakukan studi peledakan.

F. Penelitian Terdahulu

1. Munawir, Andi Ilham Samanlangi, Anshariah, 2015 meneliti tentang **Analisis Geometri Peledakan Terhadap Ukuran Fragmentasi Overburden Pada Tambang Batubara PT.**

**PAMAPERSADA NUSANTARA JOBSITE ADARO
Kalimantan Selatan.**

2. Safarudin , Purwanto , Djamaluddin, 2016 meneliti mengenai **Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan *Digging Time* Material Blasting**
3. Enni Tri Mahyuni, Andi Ilham Samanlangi, Endric Pabuntang, 2016, meneliti mengenai **Evaluasi Penerapan Geometri Peledakan Overburden Untuk Pencapaian target Produksi PT. Berau Coal.**
4. Fadli, Sri Widodo, Agus Ardianto Budiman, 2015. Meneliti mengenai **Desain PIT Penambangan Batubara *Block A* Pada PT. INTIBUANA INDAH SELARAS Kabupaten Nunukan, Provinsi Sulawesi Utara**
5. Rusdi, Akhmad Rifandy, Diyah Ayu, 1995 meneliti mengenai **Optimasi Alat Bor Dalam Kegiatan Penyediaan Lubang Ledak Pada Kegiatan Pembersihan Batuan Di PT. Surya Pratama Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur.**
6. Ahmad Erlangga Adji 2021 meneliti mengenai **Analisis Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Hasil *Fragmentasi* dan *Digging Time* Optimal di *Pit North* Tutupan PT. SIS site Adaro.**

7. M. Gustri Drisantoso 2020 meneliti mengenai **Analisis Ukuran Fragmentasi Rata-Rata Terhadap Geometri Peledakan Di PT. Atika Tunggal Mandiri.**
8. Rian, Yudhi Acnopa, Juventa 2021 meneliti mengenai **Evaluasi Geometri Peledakan Overburden Terhadap Digging Time Alat Gali PT Artamulia Tatapratama Jobsite Kuansing Inti Makmur Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi.**
9. Fadli, Sri Widodo, Agus Ardianto Budiman 2015 meneliti mengenai **Desain Pit Penambangan Batubara C Pada PT. Inti Buana Indah Selaras Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara.**
10. Didiet Try Setiadi, Uyu Saismna, Annisa, Aldi Ade Rakhmawan 2014 meneliti mengenai **Kajian Teknik Pemboran Lubang Ledak Di PT. Job Site AI Kecamatan Juai Kabupaten Balanagan Kalimantan Selatan.**
11. Adji, Soengeng, Erusani 2021 mneliti mengenai **Analisis Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Hasil Fragmentasi dan Digging Time Optimal di Pit North Tutupan PT. SIS site Adaro.**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Geologi Regional

1. Geomorfologi

Provinsi Kalimantan Utara merupakan provinsi termuda di Indonesia saat ini yang berada di bagian utara Pulau Kalimantan. Pembentukan Provinsi Kalimantan Utara berdasarkan Undang-Undang No. 20 Tahun 2012 tentang Pembentukan Provinsi Kalimantan Utara. Provinsi Kalimantan Utara terdiri atas lima wilayah administrasi dengan empat kabupaten, yaitu Kabupaten Bulungan, Kabupaten Malinau, Kabupaten Nunukan, Kabupaten Tana Tidung, dan Kota Tarakan. Ibukota Provinsi Kalimantan Utara terletak di Tanjung Selor, yang saat ini berada di Kabupaten Bulungan. Berikut ini merupakan gambaran umum dari aspek *geografis* dan *demografi*, kesejahteraan masyarakat, pelayanan umum, daya saing daerah, indeks pembangunan manusia, dan kawasan perbatasan.

Kalimantan memiliki pulau yang datar, dikarenakan mempunyai pesisir yang rendah dan memanjang serta dataran sungai, terutama disebelah selatan dan barat. Kalimantan tidak memiliki pegunungan berapi namun jajaran pegunungan utamanya semula merupakan gunung berapi. Gunung Kanibalu di Kalimantan yang tingginya 4.101 m dpl merupakan puncak tertinggi di Asia Tenggara dan merupakan gunung tertinggi diantara pegunungan *Himalaya* dan puncak *Jayawijaya* yang tertutup salju oleh *Irian Jaya*.

Kalimantan dilalui oleh sungai-sungai besar yang mengalir dari bagian tengah pulau ke pesisir. Kalimantan memiliki tiga sungai terpanjang yang menjadi kebanggaan Indonesia. *Sungai Kapuas* (1.143 km). *Sungai Barito* (900 km) dan *Sungai Mahakam* (775 m).

Luas dan Letak Wilayah Provinsi Kalimantan Utara yang memiliki luas ± 75.467,70 km², terletak pada posisi antara 114035'22" – 118003'00" Bujur Timur dan antara 1021'36" - 4024'55" Lintang Utara. Selain itu, berdasarkan batas kewenangan provinsi, Provinsi Kalimantan Utara diketahui memiliki luas lautan seluas 11.579 Km² (13% dari luas wilayah total).

Secara administratif Provinsi Kalimantan Utara berbatasan dengan negara Malaysia tepatnya dengan negara bagian *Sabah* dan *Serawak, Malaysia*. Batas daerah daratan terdapat sekitar 1.038 km garis perbatasan antara Provinsi Kalimantan Utara dengan Negara Malaysia. Sebelah Utara : Negara Sabah (Malaysia) Sebelah Timur : Laut Sulawesi Sebelah Selatan : Provinsi Kalimantan Timur Sebelah Barat : Negara *Sarawak* (Malaysia) Posisi geografis Provinsi Kalimantan Utara yang berbatasan langsung dengan Malaysia membuat provinsi ini berada di lokasi strategis terutama dalam pertahanan dan *RPJMD* Provinsi Kalimantan Utara Tahun 2016-2021 II - 1 keamanan negara. Selain itu, menurut Undang-Undang No. 20 Tahun 2012 tentang Pembentukan Provinsi Kalimantan Utara, diketahui bahwa provinsi ini juga berada di jalur pelayaran internasional (*Alur Laut Kepulauan Indonesia/Archipelagic Sealand Passage*) dan merupakan pintu keluar/*outlet* ke *Asia Pasifik*. Wilayah Administrasi Provinsi Kalimantan Utara Kabupaten/Kota Bulungan Malinau Nunukan Tana Tidung Tarakan

Kalimantan Utara Ibukota Tanjung Selor Malinau Nunukan Tideng Pale Tarakan
Luas Daratan (Km²)

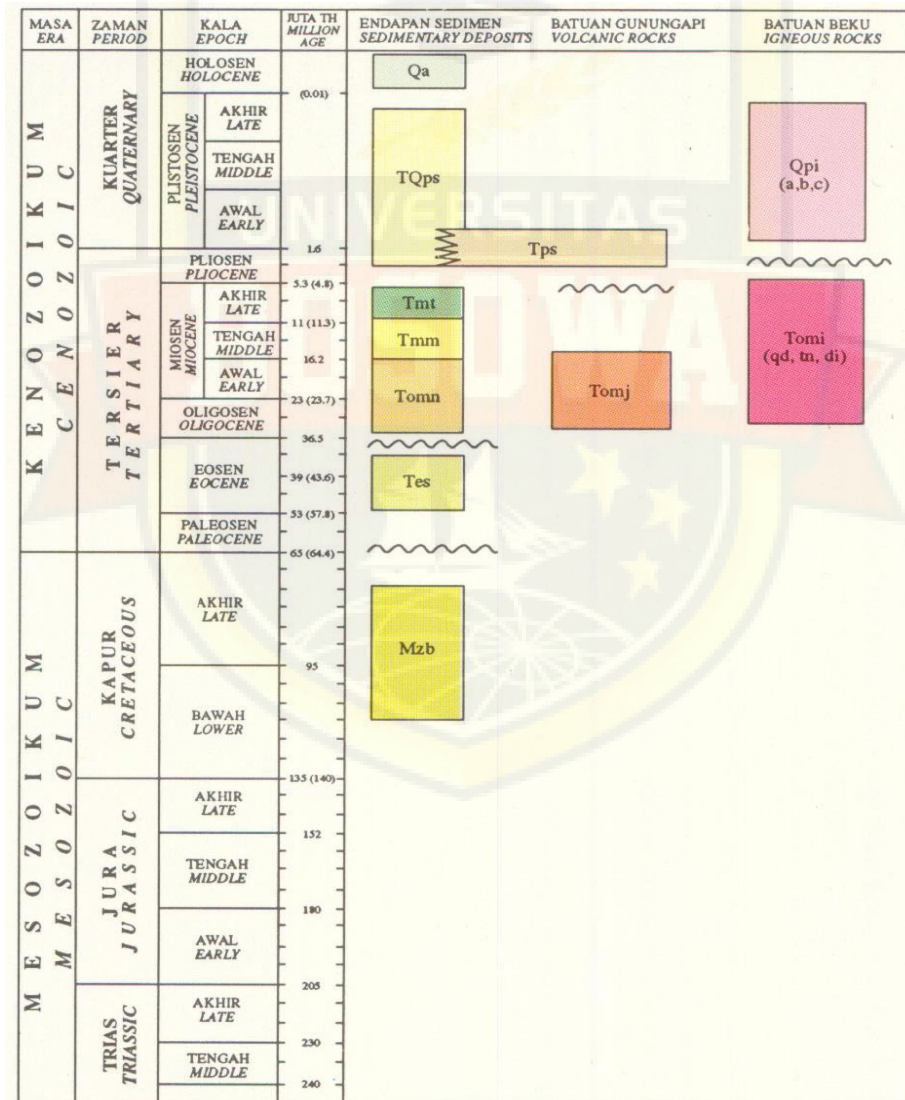
2. Statigrafi Regional

Berikut tatanan stratigrafi untuk Kalimantan Utara. *Qa ALUVIUM*; terdiri atas lumpur, lanau, pasir, kerikil dan *oral*. Merupakan endapan pantai, sungai dan rawa.

Struktur geologi yang terdapat di **lempang Tarakan dan Sebatik** adalah lipatan, sesar dan kelurusan. Lipatan berupa *antiklin* dan *sinklin* dengan sumbu lipatan berarah barat laut – tenggara dan melibatkan semua formasi batuan di lempang ini. Sesar yang dijumpai pada umumnya berupa sesar normal yang sebagian merupakan hasil pengaktifan kembali sesar – sesar yang telah terbentuk sebelumnya. Sesar dan kelurusan umumnya berarah baratlaut – tenggara dan beberapa berarah baratdaya – timurlaut. Di beberapa tempat sesar – sesar ini ditempati batuan beku.

Dari hasil pengamatan struktur *sedimen* dan komposisi batuan *Tersier* pada umumnya diduga daerah lempang *Tarakan* dan *Sebatik* telah mengalami beberapa kali kegiatan tektonik. Pengendapan kala *Tersier* diawali oleh pengendapan batugamping *foraminifera* dan sedimen *turbidit* dari formasi *Sembakung* pada lingkungan laut dangkal sampai laut dalam. Penangkatan daratan Sunda yang berlangsung pada Akhir *Eosen* telah diikuti oleh penurunan dasar cekungan secara perlahan – lahan mulai dari kala *Oligosen* sampai *Miosen* Akhir. Periode ini merupakan masa pengendapan dalam pola *regresi* hampir diseluruh

cekungan Tarakan yang menghasilkan endapan *paralik* sampai laut dalam yang membentuk runtunan batuan dari *formasi Naintupo, Meliat dan Tabul*. Bersama dengan periode ini di daerah daratan terjadi kegiatan gunung api dan *magmatic* yang menghasilkan batuan gunung api *formasi Jelai* dan terobosan batuan beku *granitan*. Periode *tektonik* selanjutnya berlangsung pada *Miosen Akhir atau Pliosen Awal* sampai kala *Plistosen*.

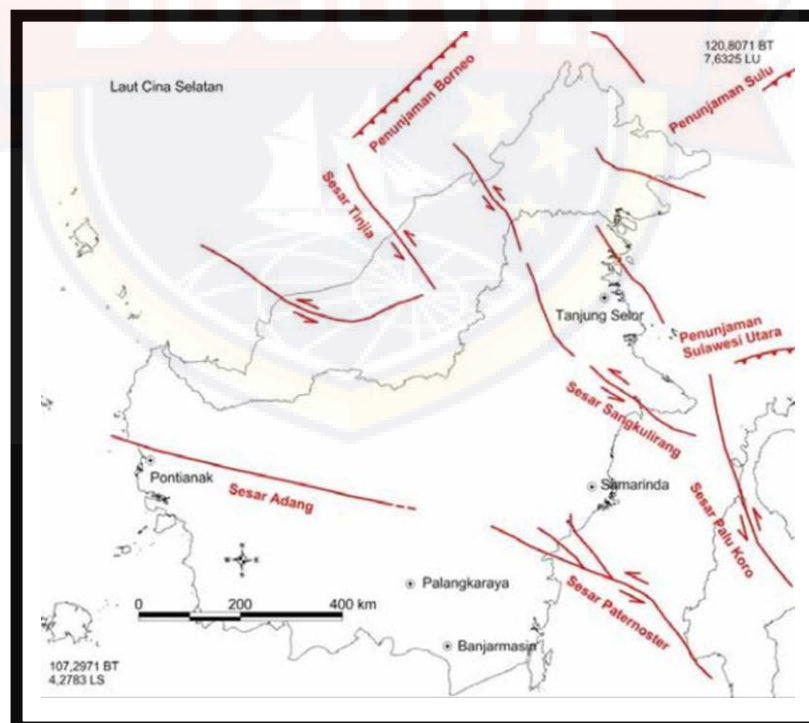


Gambar 2. 1 Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Tarakan dan Sebatik, Kalimantan (S Hidayat, Amiruddin, dan Saatri Anas 1995)

Fase ini merupakan masa terjadinya kegiatan pengangkatan kembali tepi cekungan yang ditandai dengan pembentukan endapan *paralik – fluvial delta* seperti batupasir, batubara dan batugamping dari formasi Sajau. Pada masa ini juga di daerah daratan terjadi kegiatan gunung api yang menghasilkan batuan gunung api dari formasi *Sinjin* dan terobosan andesit, *dasit* dan *basal* yang berupa *stock* dan *dike*. Kegiatan tektonik terakhir terjadi pada kala *Plistosen* yang menghasilkan perlipatan dan sesar yang membentuk struktur geologi seperti sekarang.

3. Stuktur Geologi Regional

Struktur geologi Pulau Kalimantan didominasi oleh sesar dan lipatan



Gambar 2. 2 Tektonik dan struktur geologi Pulau Kalimantan (Hamilton, 1979; Moss ; Simons dkk., 2007; Hutchison, 2007)

- Sesar Tinjia di Serawak,
- Sesar Adang di Kalimantan Barat,
- Sesar Sangkulirang di Kalimantan Timur,
- Sesar *Paternoster* di Selat Makassar.
- Penunjaman
 - penunjaman Borneo di barat laut Sabah,
 - penunjaman Sulu di timur laut Sabah,
 - penunjaman Sulawesi Utara di timur Kalimantan Utara dan Kalimantan Timur.

B. Landasan Teori

1. Pemboran

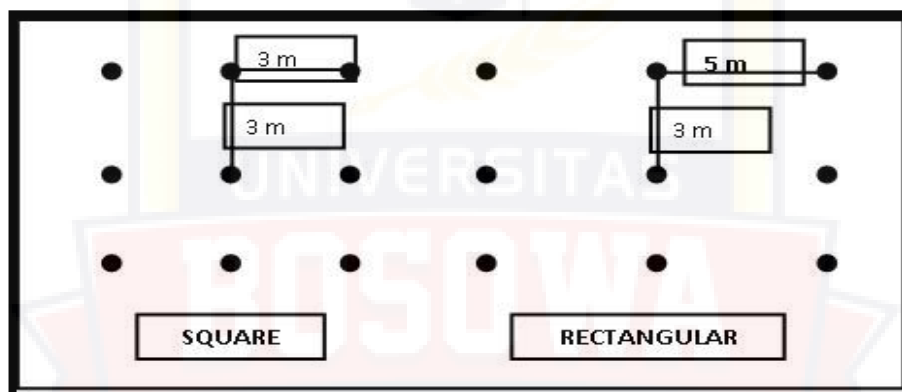
Pemboran merupakan kegiatan yang penting dilakukan, dengan tujuan pembuatan lubang untuk diisi bahan peledak pada proses kegiatan *drilling and blasting*. (W.A. Hustrulid, 2013).

Dalam penambangan suatu endapan bahan galian yang keras dan kompak, maka pemberaiannya dilakukan dengan cara pemboran dan peledakan. Urutan pekerjaan peledakan adalah : pemboran, pemuatan, atau pengisian bahan peledak, penyambungan rangkaian bahan peledak dan peledakan. Dalam pemilihan alat bor untuk tambang terbuka yang memakai metode peledakan jenjang faktor ukuran dan kedalaman lubang ledak, jenis batuan, dan kondisi lingkungan serta harus selalu diperhatikan. Terdapat tiga pola pemboran yang ada pada tambang terbuka.

A. Pola Pemboran

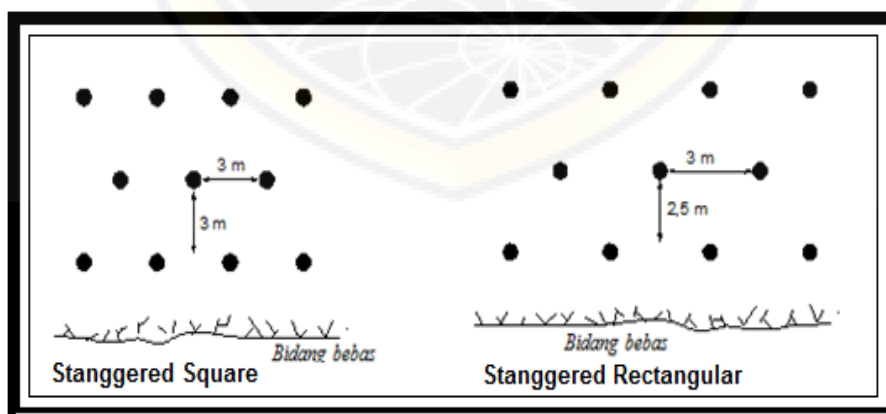
- (*Square Drill Pattern*) dan (*Rechtangular Drill Pattern*)

Ada beberapa macam pola pemboran yaitu *square drill pattern* dan *rechtangular drill pattern* serta *stanggered pattern*. Dalam *square drill pattern* jarak *burden* dan *spacing* sama, sedangkan *Rechtangular Drill pattern* jarak spasi dalam satu baris lebih besar dari pada jarak *burden*.



Gambar 2. 3 Square Drill Pattern dan Rechtangular (Sumber : Hidayat,T 2016)

- Pola pemboran *Stanggerd Drill Pattern* (pola zig-zag)



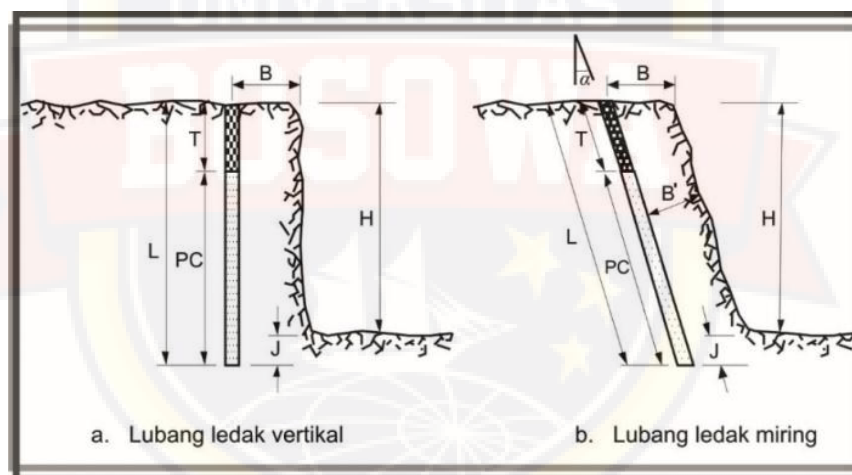
Gambar 2. 4 Tranggerd Drill Pattern. (Sumber : Hidayat,T 2016)

Pola pemboran lubang ledak dimana lubang ledak pada garis berikutnya berada di tengah-tengah spasi baris didepanya. Pola ini dapat diterapkan dengan *burden* sama dengan spasi .

B. Arah Pemboran

Pada Penentuan arah lubang bor yang akan diterapkan dalam upaya peningkatan produktivitas pengeboran, terlebih dahulu ditinjau arah lubang bor vertikal maupun arah lubang bor dengan kemiringan tertentu.

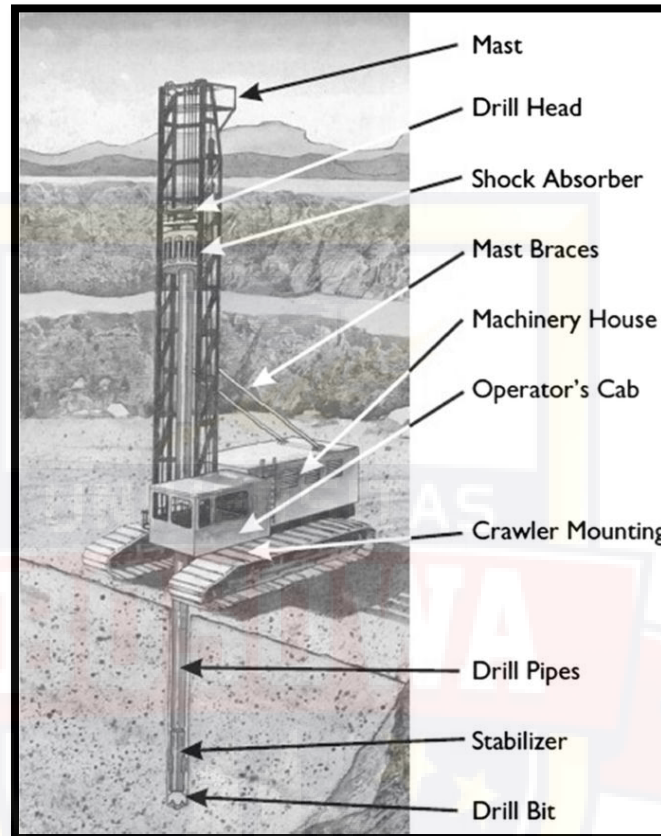
- Arah Lubang Bor *Vertical*
- Arah Pemboran Miring



Gambar 2. 5 Pemboran Lubang ledak Vertikal & Lubang ledak miring.
(Hidayat,T 2016)

Proses pemboran dilakukan menggunakan *rotary drill*, gerakan *rotary* pada ujung bor dihasilkan dari *hidrolik* atau motor listrik. Ujung bor atau yang sering disebut *drill bit* atau mata bor, didorong melalui mekanisme putar untuk mendapatkan tenaga yang diperlukan. Bor yang digunakan pada sistem pemboran *rotary blasthole* ini cukup besar dan berat, yang dibutuhkan untuk

menghasilkan tenaga dan torsi yang besar pula pada mata bor melalui rangkaian bor (B.V. Gokhale).



Gambar 2. 6 Rotary Blasthole Drilling (Sumber : Minig Force)

2. Peledakan

Peledakan merupakan proses pembezaian batuan dalam volume yang besar menggunakan bahan peledak agar massa batuan mudah digali dan diangkut dengan alat mekanis. Peledakan dilakukan apabila penggalian menggunakan alat mekanis tidak memungkinkan lagi sehingga diperlukan suatu metode untuk membongkar material dari batuan induknya (Koesnaryo, 2001; Hermawan, 2017).

A. Peralatan Pendukung Peledakan

Peralatan peledakan adalah semua alat-alat dan bahan yang digunakan lebih dari satu kali pada proses kegiatan peledakan. Alat-alat seperti *Shot Gun* atau *Shot Fire* dan alat pengaman peledakan.

1. Shot Gun / Shot Fire

Alat pemacu nonel (*starter non-electric*) dinamakan *shot gun* atau *shot firer* atau *shot shell primer*. Seperti diketahui bahwa sumbu *nonel* mengandung bahan reaktif (*HMX*) yang akan aktif atau terinisiasi oleh gelombang kejut akibat *impact*. Alat pemacu *nonel* dilengkapi dengan peluru yang disebut *shot shell primer* dengan ukuran tertentu. *Shot shell primer* diaktifkan oleh pemacu, yaitu pegas bertekanan tinggi yang terdapat di dalam alat pemacu *nonel*. Pada dasarnya bahwa alat pemacunya menggunakan *striker* yang disisipkan di bagian atas *barrel*, kemudian *transmisi impact* melalui *shot shell primer* ke sumbu *nonel* menggunakan hentakan kaki.

Sedangkan pada alat pemacu *nonel* digenggam dan untuk melepas pegas di dalam alat pemacu agar *shot shell primer* mentransmisikan *impact* ke sumbu *nonel* dengan cara dipukul

2. Alat Pengaman Peledakan

1. *Handy Talky* (HT).
2. Bendera merah, bendera batas jarak aman manusia (500m) dan alat (300m). Biasanya disesuaikan dengan standar operasi yang ada pada tiap perusahaan.

3. *Safety line*, tali pembatas lokasi peledakan.
4. *Road blocker flag and map* digunakan sebagai tanda pemblokiran akses jalan dari dan menuju lokasi.
5. Rambu tanda lokasi dan selembaran catatan *Sign In Sign Out* (SISO) pada lokasi peledakan sebagai pendanda lokasi peledakan dan absensi pekerja yang masuk dan bekerja dilokasi peledakan.

B. Peralatan Pendukung Peledakan



Gambar 2. 7 MMU Truck (PT. Petrosea Tbk)

Peralatan pendukung peledakan adalah peralatan yang membant dan memudahkan kegiatan peledakan. Alat-alat diantaranya *Mobile Manufacturing Unit* (MMU), dan mobil box pengangkut aksesoris peledakan.



Gambar 2. 8 SANDVIK D245S *Drilling Machine* (PT. Petrosea Tbk)

Aktivitas pengeboran di Pit Delta PT. Petrosea Tbk site CCM menggunakan peralatan bor SANDVIK D245S. Mata bor yang digunakan di PT Petrosea Kbl Site CCM yang beroperasi berjumlah 2 unit, untuk memenuhi produksi 140.000 *bcm/day* tersebut, dengan target ketercapaian lubang bor yaitu 50m per jam. Mata bor yang digunakan yaitu dengan jenis *tricone bit* dengan metode *rotary drill* dengan diameter mata bor 7 7/8 inch atau 200 mm.

C. Perlengkapan Peledakan

1. Detonator

Detonator adalah alat pemicu awal yang menimbulkan inisiasi dalam bentuk letupan (ledakan kecil) sebagai bentuk aksi yang memberikan efek kejut terhadap bahan peledak peka detonator. (Bhandari, S, 1997). Detonator yang biasa digunakan dibagi menjadi dua, yaitu *nonel* dan *electronic detonator*. *Detonator nonel* dapat juga disebut detonator biasa karena lebih cenderung diinisiasi dengan sumbu api dibandingkan dengan listrik. *Nonel* di *design* dengan menggunakan detonator biasa yang

dipasang dengan *signal tube* sebagai penghantar energi untuk meledak. *Signal tube* ini berisi bahan peledak kuat yang komposisinya sudah disesuaikan, maka masing- masing dari jenis *signal tube* ini memiliki kecepatan *delay* tertentu yang berbeda-beda. Gelombang kejut yang merambat pada nonel ini dapat mencapai 2000 m/s.

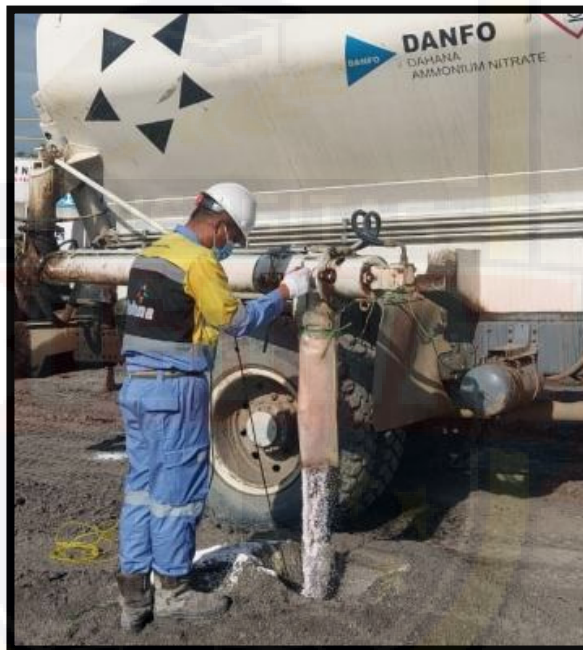


Sumber : PT. Petrosea Tbk

2. Bahan Peledak

Bahan peledak merupakan bahan yang sangat berbahaya dan perlu diawasi sejak dari pengadaan, pengangkutan, penyimpanan, penggunaan sampai dengan pemusnahannya. Oleh karena itu, sistem pembinaan dan

pengawasannya harus tepat dan ketat, sehingga dapat diperkecil kemungkinan untuk bisa disalahgunakan oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab. Sebagai *Dual Munition agent*, di satu sisi bahan peledak bermanfaat untuk mendukung kelancaran pelaksanaan pembangunan nasional, namun akan sangat berbahaya apabila disalahgunakan terutama untuk kepentingan kegiatan *terrorism*.



Gambar 2. 13 Kegiatan Pengisian ANFO di Dalam Lubang Ledak (PT. Petrosea Tbk)

Bahan peledak yang digunakan untuk mengisi lubang tembak yaitu ANFO. Bahan peledak yang digunakan oleh PT Dahana (Persero) yaitu ANFO. ANFO (*Ammonium Nitrat Fuel Oil*), sebagai zat pengoksidasi sebanyak 94% dan *fuel oil* (FO) sebagai bahan bakar sebanyak 6%. Setiap bahan bakar berunsur karbon, baik berbentuk serbuk maupun cair, dapat digunakan sebagai pencampur.

3. Booster

Booster adalah bahan peledak berdaya ledak tinggi yang digunakan pada proses peledakan. *Booster* merupakan pencampuran proses pelelehan *Trinitrotoluena* (TNT) dengan *Pentaerythritol Tetranitrate* (PETN) yang berkerja sebagai pemicu peledakan untuk meledakan ANFO pada lubang tembak.



Gambar 2. 14 *Booster*

5. Primer

Primer adalah istilah yang digunakan pada bahan peledak peka *detonator*, yaitu bahan peledak yang berbentuk tabung yang sudah dipasang detonator.

4. Plastic Liner

Pada kegiatan pengeboran (*drilling*) dan peledakan (*blasting*), pemakaian *plastik liner* sering dilakukan ketika menjumpai tanah berair atau ketika musim hujan. *Plastic liner* yang dipakai harus memiliki

spesifikasi yang sesuai dengan kondisi lapangan. Spesifikasi tersebut meliputi tebal plastik, lebar pipih (L), panjang dan berat per roll.



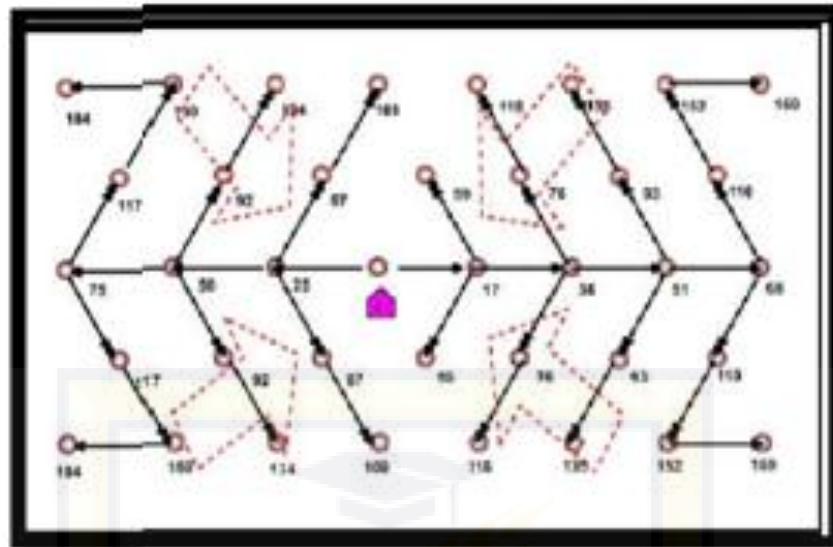
Sumber : PT. Petrosea Tbk.

D. Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang-lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya, ataupun antara lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan. Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Box Cut

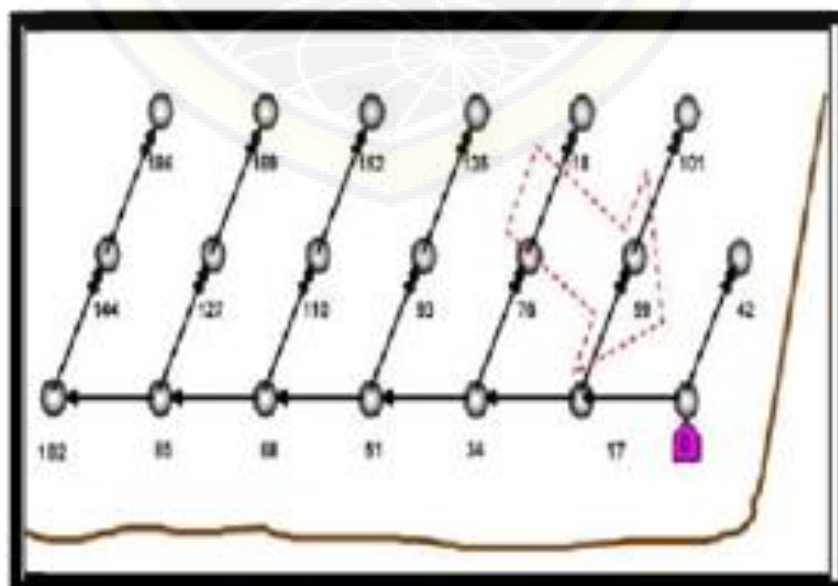
Pola peledakan ini diterapkan untuk lokasi peledakan yang hanya mempunyai satu bidang bebas (*free face*) yakni permukaan yang bersentuhan langsung dengan udara.



Gambar 2. 17 Pola Peledakan *Box Cut* (William Hustrulid (1999))

Pola peledakan ini bertujuan untuk menghasilkan bongkahan awal seperti kotak (*box*) dengan *control row* ditengah-tengah membagi dua rangkaian. Pola ini dapat kita lihat pada gambar 2.17.

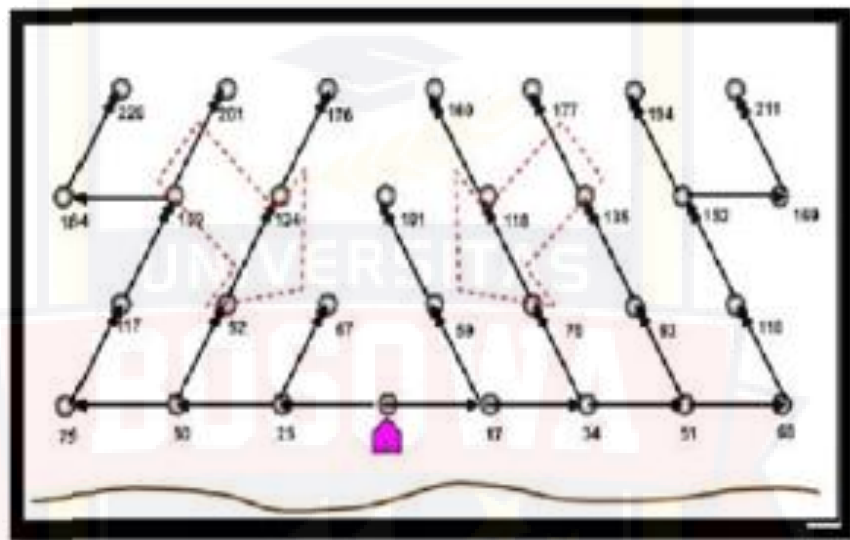
2. *Corner Cut/Echelon*



Gambar 2. 18 Pola Peledakan *Corner Cut (Echelon)* (William Hustrulid (1999))

Pola peledakan ini diterapkan untuk lokasi peledakan yang memiliki tiga bidang bebas (*free face*), arah lemparan hasil peledakan dengan menggunakan pola peledakan ini adalah kearah pojok (*corner*). Pola ini dapat kita lihat pada gambar 2.18.

3. “V” cut



Gambar 2. 19 Pola Peledakan V-Cut (William Hustrulid (1999))

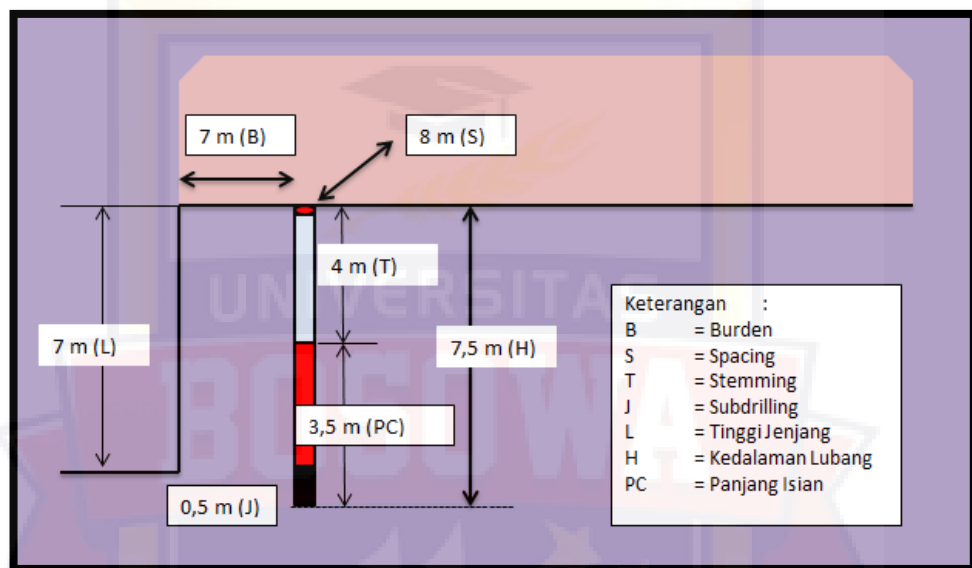
Pola peledakan ini diterapkan untuk lokasi peledakan yang memiliki dua bidang bebas (*free face*), arah lemparan hasil peledakan dengan menggunakan pola ini adalah kearah tengah (*center*) dengan pola peledakan menyerupai huruf V. Pola ini dapat kita lihat pada gambar 2.19.

Berdasarkan urutan waktu peledakan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut:

- Pola peledakan serentak, yaitu suatu pola yang waktu ledaknya serentak untuk semua lubang ledak.

- Pola peledakan beruntun, yaitu suatu pola yang menerapkan peledakan dengan waktu tunda antara baris yang satu dengan baris lainnya. Atau dapat juga antar lubang yang berbeda waktu tundanya.

3. Geometri Peledakan CJ Konya (1972)



Gambar 2. 20 Geometri Peledakan Aktual Dengan Kedalaman 7,5 m (PT. Petrosea Tbk)

Geometri peledakan bertujuan untuk memperoleh ukuran fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan, sehingga perlu memperhatikan geometri dalam suatu perencanaan peledakan. Dalam pengamatan yang dilakukan dilapangan, ada beberapa parameter dari geometri peledakan yang sangat menentukan fragmentasi batuan hasil dari peledakan, antara lain:

1. *Burden* (B)

Burden adalah jarak tegak lurus lubang bor terhadap Bidang Bebas (*freeface*). Secara teoritis, jika jarak *Burden* terlalu kecil akan menghasilkan

bongkaran yang terlalu hancur dan tergeser jauh dari dinding jenjang dan kemungkinan terjadinya batu terbang (*flyrock*) akan besar, sedangkan bila jarak *Burden* terlalu besar akan menghasilkan fragmentasi batuan yang kurang baik, karena gelombang tekan yang mencapai bidang bebas menghasilkan gelombang tarik yang sangat lemah dan di bawah kuat tarik batuan, sehingga batuan dalam area *Burden* tidak hancur.

$$B = 3,15 \times De \times \sqrt[3]{\frac{SGe}{SGr}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Keterangan :

B : *Burden*

De : Diameter lubang bor (inchi)

SGe : *Density* bahan peledak

SGr : *Density* batuan

Struktur geologi daerah juga diperlukan sebagai faktor koreksi terhadap jarak *burden*. Sedangkan untuk peledakan dimana material hasil peledakan sebelumnya belum seluruhnya dipindahkan (*buffer blasting*) maka diperlukan faktor koreksi terhadap *burden* sebesar *Kr* (Tabel sehingga besarnya *burden* terkoreksi dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$Bc = Kd \times Ks \times Kr \times B \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Keterangan :

Bc = Burden terkoreksi (*feet*)

B = *Burden* (*feet*)

Kd = Faktor koreksi terhadap posisi lapisan batuan)

Ks = Faktor koreksi terhadap struktur geologi

Kr = Faktor koreksi terhadap jumlah barisan *buffer blast*.

Tabel 2. 1 *Stiffness Ratio* dan Pengaruhnya (Konya, 1995)

<i>Stiffness Ratio</i>	Fragmentasi	<i>Airblast</i>	<i>Flyrock</i>	Vibrasi	Keterangan
1	Jelek	Berpotensi	Berpotensi	Berpotensi	Potensi terjadinya <i>backbreak</i> dan <i>toe</i> . Harus dihindari dan dirancang ulang
2	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sebaiknya dirancang ulang
3	Baik	Baik	Baik	Baik	Terkontrol dan Fragmentasi memuaskan
4	Sempurna	Sempurna	Sempurna	Sempurna	Tidak menguntungkan lagi bila <i>Stiffness Ratio</i> lebih dari 4

4. Spacing (S)

Spacing adalah jarak antara lubang ledakan dalam garis sejajar dengan bidang bebas. Jarak yang terlalu besar akan menghasilkan fragmentasi yang buruk dan dinding akhir yang tersisa relatif tidak rata, sebaliknya jika *spacing* terlalu kecil dari jarak *burden*, akan menghasilkan lebih banyak tekanan di sekitar *stemming* dan menghasilkan gas yang mudah meledak dan tersebar ke *atmosfer* diikuti oleh kebisingan (*noise*).

Spacing yang kecil dari ketentuan akan menyebabkan ukuran batuan hasil peledakan terlalu hancur. Untuk *spacing* yang terlalu besar dari ketentuan akan menyebabkan banyak terjadi bongkahan (*boulder*) dan tonjolan (*toe*) di antara lubang ledak setelah peledakan.

Besarnya spasi dihitung berdasarkan pada perbandingan antara tinggi jenjang dengan *burden* (L/B) dan *delay* yang digunakan. Besarnya spasi dapat dihitung berdasarkan pada persamaan berikut :

$$S = K_s \times B \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Keterangan :

S : *Spacing* (m)

B : *Burden* (m)

K_s : *Spacing Ratio* (1,00 – 2,00)

5. Stemming

Stemming adalah bagian atas lubang ledak yang tidak diisi bahan peledak, melainkan diisi abu hasil pengeboran atau material berukuran kerikil (lebih baik) dan dipadatkan di atas bahan peledak. Fungsi *stemming* adalah untuk menciptakan kesetimbangan tegangan dan membatasi gas-gas hasil ledakan agar dapat menekan batuan dengan kekuatan yang besar. Sedangkan di dalam penggunaan *stemming* yang perlu diperhatikan adalah panjang *stemming* dan ukuran material *stemming*.

Stemming yang pendek dapat menyebabkan pecahnya batuan di bagian atas, tapi mengurangi fragmentasi secara keseluruhan karena gas-gas hasil ledakan masuk ke atmosfer dengan mudah dan cepat, juga akan menyebabkan terjadinya *flyrock*, *overbreak* di permukaan dan juga akan menyebabkan *airblast*. Panjang *stemming* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$T = Kt \times B \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Keterangan :

T : Tinggi *Stemming* (m)

Kt : *Stemming Ratio* (0,7-1,00)

B : *Burden*



Gambar 2. 21 Proses *Stemming* (PT. Petrosea Tbk)

Untuk menghitung panjang *stemming* perlu ditentukan terlebih dahulu *stemming ratio* (Kt), yaitu perbandingan antara panjang *stemming* dengan *burden*. Biasanya Kt yang digunakan adalah 0,7.

6. Kedalaman lubang ledak

Kedalaman lubang ledak biasanya ditentukan berdasarkan kapasitas produksi yang diinginkan dan kapasitas dari alat muat. Sedangkan untuk menentukan kedalaman lubang ledak dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$H = K_h \times B \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Keterangan :

H : Kedalaman lubang ledak

K_h : *Hole depth ratio* (1,5-4,0)

B : *Burden*



Gambar 2. 22 Pengukuran Kedalaman Lubang (PT. Petrosea Tbk)

7. Subdrilling

Subdrilling adalah lubang ledak yang dibor sampai melebihi batas lantai jenjang bagian bawah. Maksudnya adalah supaya batuan dapat meledak secara *fullface* dan untuk menghindari kemungkinan adanya tonjolan-tonjolan (*toe*) pada lantai jenjang bagian bawah. Menurut C.J Konya (1995) sub drilling dirumuskan sebagai berikut :

$$J = K_j \times B \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Keterangan :

J : *Subdrilling*

K_j : *Subdrilling Ratio* (0,2-0,3)

8. Charge Length (PC)

Charge length merupakan panjang isian bahan peledak, dimana persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$PC = H - T \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Keterangan :

PC : Panjang kolom isian bahan peledak

H : Kedalaman lubang ledak

T : *Stemming*

9. Loading Density

Dalam menentukan jumlah bahan peledak yang digunakan dalam setiap lubang ledak maka terlebih dahulu ditentukan *loading density*. Adapun persamaan *loading density* sebagai berikut :

$$de = D^2 \times SG \dots\dots\dots\Persamaan (3)$$

10. Powder Factor (PF)

Powder factor adalah suatu bilangan yang menyatakan perbandingan antara penggunaan bahan peledak terhadap jumlah material yang diledakkan atau dibongkar dalam kg/m³, berdasarkan jenis batuan yang akan diledakkan, nilai *powder factor* yang disarankan menurut Jimeno (1995) dapat dilihat pada Tabel 3.2. dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$PF = \frac{E}{V} = \frac{de \times PC \times n}{V} \dots\dots\dots\Persamaan (3)$$

Keterangan :

PF : *Powder Factor* (kg/m³)

E : Jumlah bahan peledak yang digunakan (kg)

V : Volume batuan yang terbongkar (kg)

de : *Loading Density* (kg/m)

PC : *Charge length* (m)

n : Jumlah lubang ledak

Tabel 2. 2 Powder Factor yang disarankan (Jimeno 1995)

Type of Rock	UCS (MPa)	Powder Factor (kg/m^3)
Massive High Strength Rock		0,6 – 1,5
Medium Strength Rock		0,3 – 0,6
Highly Fissured Rock		0,1 – 0,3

4. Sifat Bahan Peledak

Performa dari bahan peledak yaitu berasal dari kemampuan bahan peledak dalam penggunaannya pada kondisi tertentu. Berbeda tipe bahan peledak, maka berbeda pula penanganannya. Kemampuan ketahanan terhadap air, sifat gas beracun, energi yang diperlukan untuk detonasi, dan kekuatan untuk memecahkan batuan juga tentu berbeda (Bhandari S, 1997).

Sifat-sifat bahan peledak yang mempengaruhi hasil peledakan adalah kekuatan, kecepatan detonasi, kepekaan, bobot isi bahan peledak, tekanan detonasi, ketahanan terhadap air, sifat gas beracun dan *permissibilitas*.

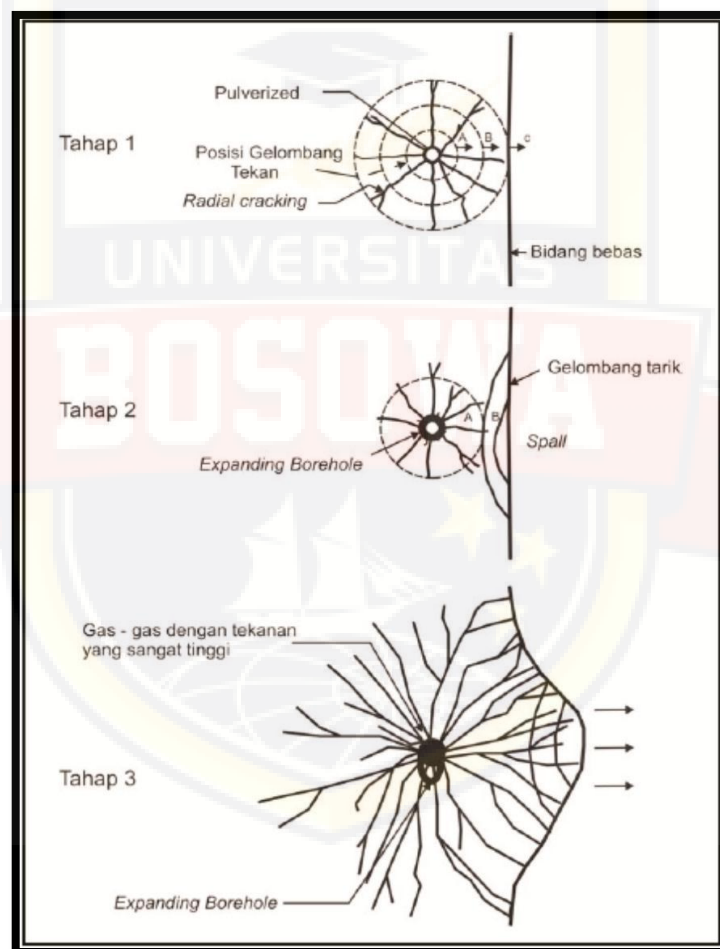
5. Pengisian Bahan Peledak

Penggunaan besaran jumlah bahan peledak yang digunakan sangat mempengaruhi hasil dari peledakan terutama fragmentasi batuan. *Powder factor* adalah suatu bilangan yang menyatakan berat bahan peledak yang digunakan untuk menghancurkan batuan (kg/m^3). Nilai *powder factor* sangat dipengaruhi oleh jumlah bidang bebas, geometri peledakan, pola peledakan dan struktur geologi.

Bila bahan peledak yang digunakan terlalu banyak maka akan menimbulkan air blast dan *fly rock*, tetapi bila bahan peledak yang digunakan

kurang maka akan menghasilkan bongkahan pada batuan dan *back break* disekitar jenjang. Terdapat dua macam satuan yang dapat digunakan dalam menentukan *powder factor* yaitu berat bahan peledak per *volume* batuan yang diledakkan (kg/m^3) dan berat bahan peledak per berat batuan yang diledakkan (kg/ton)

6. Mekanisme Peledakan



Gambar 2. 23 Proses Pecah Batuan (*Miningforce*)

Terdapat 3 tahap dalam proses pecahnya batuan, dengan menggunakan konsep proses-proses pemecah reaksi mekanik dalam batuan *homogen*. Proses

pemecahan pada batuan yang *homogen* akan berbeda seperti yang sering terjadi dalam proses peledakan.

- **Fase I (*Dynamic Loading*)**

Pada saat bahan peledak meledak, tekanan tinggi yang ditimbulkan akan menghancurkan batuan di daerah sekitar lubang tembak, gelombang kejut yang meninggalkan lubang tembak merambat dengan kecepatan 2750 - 5200 ft/detik akan mengakibatkan tegangan *tangensial* yang menimbulkan rekahan yang menjalar dari daerah lubang tembak. Rekahan *radial* pertama terjadi dalam waktu 1-2 ms.

- **Fase II (*Quasi-static Loading*)**

Tekanan akibat lubang kejut yang meninggalkan lubang tembak pada proses pemecahan tahap I adalah positif. Apabila gelombang kejut mencapai bidang bebas (*free face*), gelombang tersebut akan dipantulkan. Bersamaan dengan itu tekanannya akan turun dengan cepat dan kemudian berubah menjadi negatif serta menimbulkan gelombang tarik (*tension wave*). Gelombang tarik ini merambat kembali di dalam batuan. Oleh karena kuat tarik batuan lebih kecil daripada kuat tekan, maka akan terjadi rekahan-rekahan (*primary failure cracks*) karena tegangan tarik yang cukup kuat, sehingga menyebabkan terjadinya *slabbing* atau *spalling* pada bidang bebas.

Dalam proses pemecahan tahap I dan II fungsi dari energi yang ditimbulkan oleh gelombang kejut adalah membuat rekahan-rekahan kecil pada batuan. Secara teoritis jumlah energi gelombang kejut hanya berkisar antara 5-

15% dari energi total bahan peledak. Jadi gelombang kejut tidak secara langsung memecahkan batuan, tetapi mempersiapkan batuan untuk proses pemecahan tahap akhir.

- **Fase III (*Release of Loading*)**

Apabila massa di depan lubang tembak gagal mempertahankan posisinya dan bergerak ke depan maka tegangan tekan tinggi yang berada dalam batuan akan dilepaskan, seperti spiral kawat yang ditekan kemudian dilepas. Akibatnya pelepasan tegangan tekan ini akan menimbulkan tegangan tarik yang besar di dalam massa batuan. Tegangan tarik inilah yang melengkapi proses pemecahan batuan yang telah dimulai pada tahap II. Rekahan yang terjadi dalam proses pemecahan tahap II merupakan bidang-bidang lemah yang membantu fragmentasi utama pada proses peledakan.

7. Fragmentasi

Fragmentasi adalah suatu ukuran batuan yang dihasilkan dari hasil peledakan yang dilakukan. Fragmentasi dipengaruhi beberapa faktor seperti yang diketahui dalam teori *fragmentasi Kuzram*. Terdapat dua prinsip penting yang harus dilihat untuk mengontrol ukuran fragmentasi. Jumlah energi yang sesuai diterapkan pada lokasi yang *strategik* dalam massa batuan. Dan juga energi yang dikeluarkan harus tepat pada waktunya untuk menghasilkan interaksi yang sesuai terjadi. (CJ Konya, 1990).

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Ukuran fragmentasi tergantung pada proses selanjutnya. Untuk tujuan tertentu ukuran fragmentasi yang besar atau *boulder* diperlukan, misalnya disusun sebagai penghalang (*barrier*) di tepi jalan tambang. Namun kebanyakan diinginkan ukuran fragmentasi yang kecil karena penanganan selanjutnya akan lebih mudah. Ukuran fragmentasi terbesar biasanya dibatasi oleh dimensi mangkok alat gali (*excavator atau shovel*) yang akan memuatnya ke dalam *truck* dan oleh ukuran *gap* bukaan *crusher*.

A. Perhitungan Faktor Batuan

Tabel 2. 3 Pembobotan Masa Batuan

<i>ROCK MASS DESCRIPTION (RMD)</i>	<i>RATING</i>
1. <i>Powder /Frible</i>	10
2. <i>Blocky</i>	20
3. <i>Totally massive</i>	50
<i>JOIN OLANE SPACING (JPS)</i>	<i>RATING</i>
1. <i>Close(<0.1m)</i>	10
2. <i>intrermediert (0.1-1.0)</i>	20
3. <i>Wide (>1.0)</i>	50
<i>JOIN PLANE ORIENTATION(JPO)</i>	<i>RATING</i>
1. <i>Horizontal</i>	10
2. <i>Dip out of face</i>	20
3. <i>Strike normal to face</i>	30
4. <i>Dip into face</i>	40
<i>SPECIFIC GRAVITI INFLUENCE(SGI)</i>	$SGI=25 \times \text{Bobot isi} - 50$
<i>HARDNESS (H)</i>	1-10

Perhitungan faktor batuan yang berhubungan dengan peledakan berdasarkan *index* peledakan menurut *Carlos L. Jimone* (1995), dapat dilihat pada tabel 2.3 pembobotan masa batuan dan persamaan faktor batuan.

$$\text{Blastability Index (BI)} = 0,5 (RMD + JPS + JPO + SGI + H)$$

Menghitung nilai faktor batuan (A) yang digunakan adalah 0.12 indeks kemampuan ledak menggunakan persamaan sebagai berikut :

Faktor Batuan	$A = BI \times 0,12$Persamaan (7)
Keterangan	: BI = <i>blastability Indeks</i>
	RMD = <i>Rock Mass Description</i>
	JPS = <i>Join Plane Spacing</i>
	JPO = <i>Join Plane Orientation</i>
	SGI = <i>Spesific Gravity Indeks</i>
	H = <i>Hardeness</i>
	A = <i>Faktor Batuan</i>

Sebuah model yang banyak digunakan oleh para ahli untuk memperkirakan fragmentasi hasil peledakan adalah model *Kuz-Ram. Kusnetsov* (1973). telah melakukan penelitian untuk mengukur fragmentasi dengan peledakan menggunakan TNT, hasilnya dikenal dengan persamaan *Kusnetsov* yaitu:

$$X = A \left(\frac{Vo}{q} \right)^{0,8} Q^{1/6} \dots\dots\dots \text{Persamaan (7)}$$

Keterangan :

X = Ukuran rata-rata Fragmentasi (cm)

A = Faktor Batuan

V = Volume Batuan

Q = Massa Bahan Peledak

Ukuran rata-rata Fragmentasi hasil peledakan, dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan *Kuznetzov* (1973).

$$X = A1 \left(\frac{Vo}{q} \right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63} \dots\dots\dots \text{Persamaan (7)}$$

Keterangan :

X = rata-rata ukuran fragmentasi (cm)

A1 = Faktor Batuan (*Rock Factor*)

V = volume batuan yang terbongkar (V=BxSxH m³)

Q = jumlah bahan peledak ANFO setiap lubang (Kg)

E = *Relative Weight Strenght* (ANFO = 100)

Untuk mengetahui besarnya presentase bongkah pada hasil peledakan rumus indeks keseragaman (n) dan karakteristik ukuran (Xc) didapatkan dengan persamaan berikut :

$$n = \left(2,2 - 14 \frac{B}{De}\right) \times \left(\frac{1+A^n}{2}\right)^{0,5} \times \left(1 - \frac{W}{B}\right) \times \frac{PC}{L} \dots\dots\dots \text{Persamaan (7)}$$

Keterangan :

B = *burden* (m)

De = diameter bahan peledak (mm)

W = standard deviasi keakuratan pemboran (m)

Aⁿ = *ratio* perbandingan spasi dengan *burden* S/B

Pc = panjang isian (m)

L = tinggi jenjang (m)

Dari persamaan diatas dapat distribusikan ukuran fragmentasi sebagai berikut :

$$X_c = \frac{X}{0,693^{1/n}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (7)}$$

$$R_x = e^{-(X/X_c)^n} \dots\dots\dots \text{Persamaan (7)}$$

Keterangan :

R_x = Presentase material tertahan pada ayakan (%)

X = ukuran ayakan (cm)

X_c = karakteristik ukuran (cm)

n = indeks keseragaman *Rossin-Rammler*

B. Fragmentasi dengan *Software Split Desktop*

Program *split desktop* merupakan program yang berfungsi untuk menganalisa ukuran fragmentasi batuan, *software split desktop* digunakan untuk membantu menganalisa gambar fragmentasi material hasil peledakan, hasilnya berupa grafik presentase lolos material dan ukuran fragmentasi rata-rata yang dihasilkan dalam suatu peledakan kelabihan program *split desktop*. (*Split Engineering 4.0*)

8. Digging Time

Material pecahan hasil peledakan tidak hanya harus sesuai dengan ukuran *bucket* dari alat muatnya, tetapi harus juga tanpa terlalu mengurangi kapastias *bucket load* dan waktu pengisian *bucket* nya (*digging time*). Operator yang terampil dapat membuat fragmen material yang besar masuk kedalam *bucket*, tetapi hal ini juga dapat mengurangi produktivitas dan menyebabkan beberapa bahaya terkait lainnya. Produktivitas dari peralatan dipengaruhi langsung oleh distribusi ukuran fragmentasi dan membentuk ukuran suatu keberhasilan pada proses peledakan. (Scott A, The Queensland University, 1996).

Digging time dari *excavator* adalah waktu atau periode saat *bucket* mulai menyentuh permukaan material (*muckpile*) sampai *bucket* mulai mengangkat atau sudah tidak tersentuh permukaan. Kelebihan dari pengukuran *digging time*

terhadap *diggability* (kemampuan penggalian) yaitu dapat menentukan mana data yang akan diambil. Hal ini merupakan cara tradisional yang digunakan dalam pengukuran secara tidak langsung dari performa atau kinerja dari kegiatan peledakan (I.Brunton, 2003).

9. Volume Produksi

Kegiatan produksi dan operasi merupakan kegiatan menciptakan barang dan jasa yang ditawarkan perusahaan kepada konsumen, dan kegiatan ini menjadi fungsi utama perusahaan.

Melalui kegiatan produksi dan operasi, segala sumber daya masukan perusahaan diintegrasikan untuk menghasilkan keluaran yang memiliki nilai tambah. Produk yang dihasilkan dapat berupa barang akhir, barang setengah jadi atau jasa. Proses kegiatan mengubah bahan baku menjadi barang lain yang mempunyai nilai tambah lebih tinggi disebut proses produksi (*manufaktur*). Bagi perusahaan yang beorientasi laba, produk tersebut selanjutnya dijual untuk memperoleh keuntungan dan sumber dana yang baru bagi kegiatan operasi berikutnya.

Kegiatan produksi dan operasi merupakan kegiatan yang kompleks, tidak saja mencakup pelaksanaan fungsi manajemen dalam mengkoordinasikan berbagai kegiatan mencapai tujuan operasi tetapi juga mencakup kegiatan teknis untuk menghasilkan suatu produk yang memenuhi spesifikasi yang diinginkan, dengan proses produksi yang efisien efektif, serta dengan mengantisipasi perkembangan teknologi dan kebutuhan konsumen dimasa mendatang.

A. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Produksi

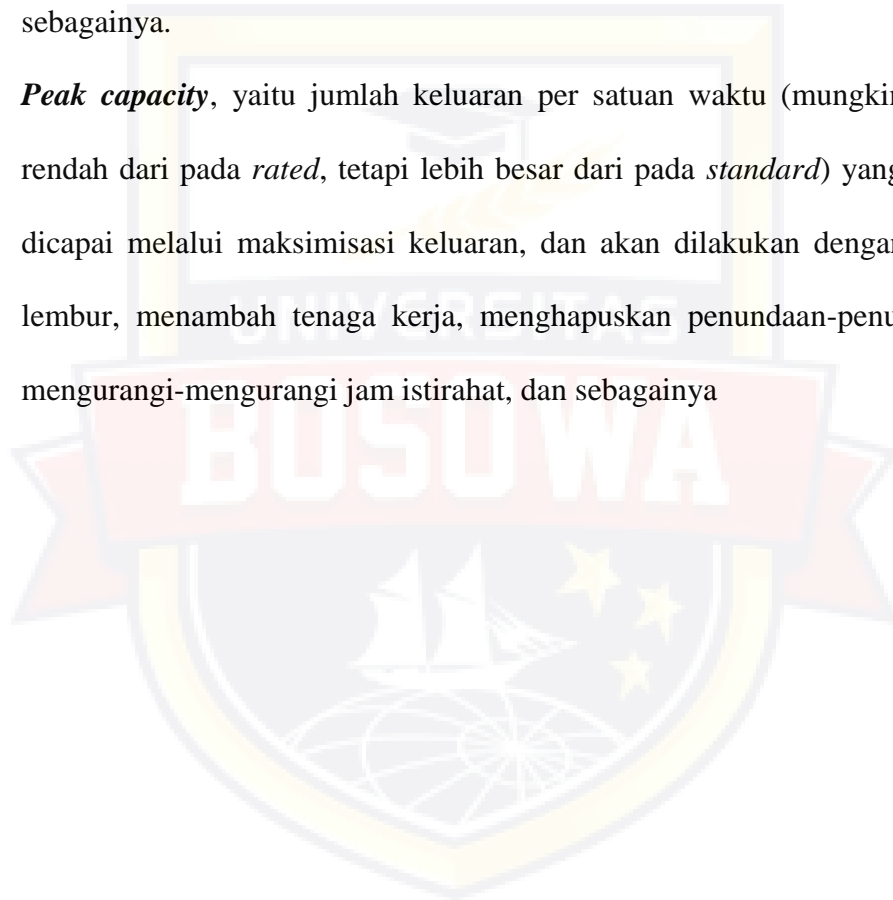
Volume produksi juga bisa disebut dengan luas produksi. Luas produksi merupakan jumlah atau volume hasil produksi yang seharusnya diproduksi oleh suatu perusahaan dalam satu periode. Agar dicapai laba optimal, maka luas produksi perlu direncanakan dengan baik. Luas produksi yang terlalu besar berakibat pada biaya yang terlalu besar, seperti biaya gudang dan pemeliharaan, biaya *idle* bahan, tenaga kerja, dan lain-lain. Sedangkan luas produksi yang terlalu kecil berakibat tidak dapat memenuhi permintaan pasar, sehingga langganan bisa pindah ke perusahaan lain.

B. Pengukuran Volume Produksi

- 1) *Design capacity*, yaitu pabrik merancang tingkat keluaran per satuan waktu.
- 2) *Rated capacity*, yaitu tingkat keluaran per satuan waktu yang menunjukkan bahwa fasilitas secara teoritik mempunyai kemampuan memproduksinya. Biasanya lebih besar daripada *design capacity* karena perbaikan-perbaikan periodik dilakukan terhadap mesin-mesin atau proses-proses.
- 3) *Standart capacity*, yaitu tingkat keluaran per satuan waktu yang ditetapkan sebagai “sasaran” pengoperasian bagi manajemen, supervisi, dan para operator mesin; dapat digunakan sebagai dasar bagi penyusunan anggaran. Kapasitas standar adalah sama dengan *rated capacity* dikurangi cadangan keperluan pribadi standar, tingkat sisa (*scrap*) standar, berhenti

untuk pemeliharaan standar, cadangan untuk pengawasan kualitas standar, dan sebagainya.

- 4) **Actual** dan/atau **operating capacity**, yaitu tingkat keluaran rata-rata per satuan waktu selama periode-periode waktu yang telah lewat. Ini adalah kapasitas standar cadangan-cadangan, penundaan, tingkat sisa nyata, dan sebagainya.
- 5) **Peak capacity**, yaitu jumlah keluaran per satuan waktu (mungkin lebih rendah dari pada *rated*, tetapi lebih besar dari pada *standard*) yang dapat dicapai melalui maksimisasi keluaran, dan akan dilakukan dengan kerja lembur, menambah tenaga kerja, menghapuskan penundaan-penundaan, mengurangi-mengurangi jam istirahat, dan sebagainya



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif. data yang diperoleh berupa data angka, selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut dengan perhitungan matematis. Penelitian kuantitatif digunakan untuk memperoleh data *primer* dan data *sekunder* yang menjadi data pokok pada penelitian ini.

Alasan peneliti menggunakan pendekatan kuantitatif adalah untuk memecahkan permasalahan pada penelitian ini, menganalisa berbagai faktor yang berkaitan dengan penelitian diantaranya Geometri Peledakan.

Menurut Savira (2019) menyatakan bahwa metode deskriptif adalah suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas.

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Secara administratif daerah penyelidikan termasuk dalam wilayah Nunukan Timur, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. Secara geografis dibatasi oleh koordinat $117^{\circ}16'00'' - 117^{\circ}31'00''$ BT dan $04^{\circ}03'00'' - 04^{\circ}18'00''$ LS.

Secara *regional*, daerah Nunukan Timur merupakan bagian dari Cekungan Tarakan. Lapisan batubara di daerah penyelidikan seluruhnya terdapat pada *Formasi Tabul* (Tmt) dan *Formasi Meliat* (Tmm) dengan penampakan

megaskopis berwarna hitam, kilap terang, keras, garis gores hitam dan berlapis dengan arah strike berkisar $N100^{\circ}E - N3450^{\circ}E$ dan kemiringan (dip) berkisar $30^{\circ} - 85^{\circ}$. Di daerah penyelidikan ditemukan 13 singkapan batubara yang kemudian diinterpretasikan menjadi 8 *seam* dengan ketebalan berkisar antara 0,05 – 1,00 meter dan dibagi menjadi dua blok yaitu Blok Sekapal dan Sekaduyan Taka. (Kelompok Penyelidikan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi).



**Gambar 3. 1 Lokasi Dan Kesampaian Daerah PT. Central Cipta Murdaya
(Sumber : PT. Central Cipta Murdaya)**

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Juni				Juli				Agustus				September				Oktober			
		Kampus								Lapangan											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Pustaka	■	■	■	■	■	■	■	■												
2	Orientasi Lapangan									■	■	■									
3	Pengambilan Data									■	■	■	■	■	■	■	■				
4	Analisis Dan Pengolahan Data													■	■	■	■				
5	Penyusunan Laporan													■	■	■	■	■	■	■	■

C. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan merupakan *aksesories* yang digunakan pada kegiatan pengambilan data di lokasi tambang Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pada penelitian di **PT PETROSEA KBL SITE CCM Kalimantan Utara** yaitu :

1. *Blasting Map*
2. Alat Tulis Menulis
3. *Stopwatch*
4. Meteran
5. Kamera

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan. Cara pengumpulan data-data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengamatan Batuan

Pengamatan karakteristik, jenis dan kondisi batuan di area peledakan ini bertujuan agar dapat mengetahui *litologi* dan kondisi aktual di lapangan. Pengambilan gambar menggunakan kamera digital yang telah disiapkan.



Gambar 3. 2 Kamera HP Samsung S10 Lite (Sumber : [Google.com/samsungS10Lite](https://www.google.com/samsungS10Lite))

2. Pengamatan dan Pengukuran Geometri Aktual

Data geometri aktual di dapat dari hasil pengukuran langsung antar lubang di lokasi peledakan yang menjadi area penelitian. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan geometri yang ada antara plan dan *actual* di lapangannya. Pengukuran dilakukan menggunakan meteran, dan buku catatan.

Berikut prosedur pengukuran yang ada :

- Menyiapkan alat ukur (meteran)
- Membentangkan meteran pada lubang bor untuk pengukuran diameter lubang. Untuk pengukuran *burden* dan *spacing*, meteran dibentangkan diantara lubang bor.
- Pengukuran kedalaman lubang, dilakukan dengan memasukkan meteran kedalam lubang ledak yang telah selesai di bor.



Gambar 3. 3 Pengukuran Geometri Peledakan (PT. Petrosea Tbk)

3. Pengamatan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

Pengamatan fragmentasi batuan bertujuan untuk mengetahui besaran hasil fragmentasi batuan yang selanjutnya akan di *loading* oleh alat muat. Pengambilan gambar menggunakan kamera *digital*, dan *rock lock* (helmet yang diletakkan diantara hasil peledakan) sebagai alat pembanding yang berukuran 20cm.

Berikut prosedur pengambilan data fragmentasi :

- Menyiapkan kamera *digital*
- Menuju ke lokasi *pasca* peledakan area penelitian yang dimaksud, yang telah dinyatakan aman dengan didampingi oleh pengawas.
- Mengambil foto dari beberapa tempat yang cukup dianggap mewakili.



Gambar 3. 4 Pengamatan Fragmentasi Batuan (PT. Petrosea Tbk)

4. Pengamatan *Digging Time*



Gambar 3. 5 Pengamatan *Digging Time* (PT.Petrosea Tbk)

Prosedur selanjutnya yaitu pengamatan *digging time* (waktu gali) dari alat muat yang bekerja di *front* atau lokasi yang telah diledakkan. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar atau berapa lama waktu penggalian batuan yang dilakukan. Beberapa alat yang digunakan seperti *stopwatch*, buku catatan, kamera *digital*. *Prosedur* kerja yang dilakukan :

- Menyiapkan *stopwatch*, kali ini *stopwatch* yang digunakan menggunakan aplikasi dari *handphone*.
- Memastikan angka perhitungan mulai *stopwatch* di angka 0.
- Menekan tombol *start* saat memulai pengukuran waktu penggalian. Pada saat *bucket excavator* mulai menyentuh batuan.
- Menekan tombol *stop* pada saat *bucket excavator* terangkat dari batuan.

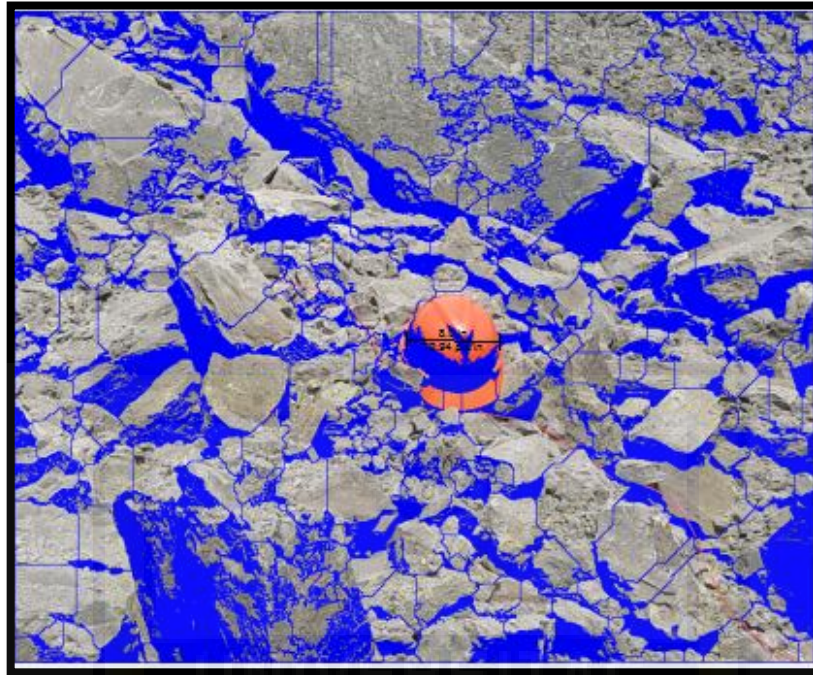
- Membaca hasil pengukuran waktu dan mencatatnya.
- Melakukan pengulangan pengukuran dengan cara demikian sampai dengan jumlah data yang dituju.
- Merekam dengan menggunakan kamera digital beberapa kegiatan *digging* sebagai tambahan data.

E. Teknik Analisis Data

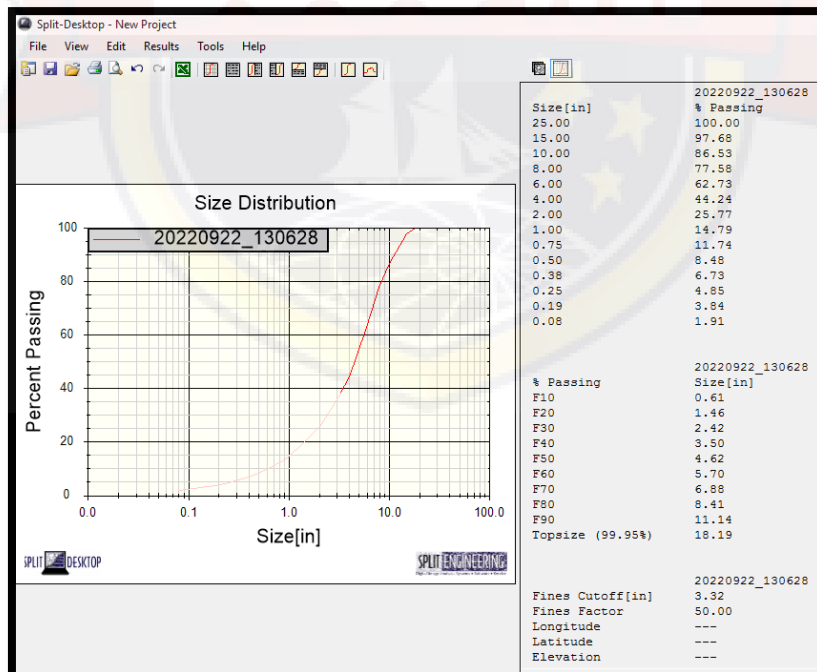
Analisis data adalah proses pengolahan data dengan tujuan untuk menemukan informasi yang berguna yang dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan untuk solusi suatu permasalahan. Proses analisis ini meliputi :

1. Analisa Data Fragmentasi

Analisis data dilakukan dengan melakukan perhitungan fragmentasi aktual menggunakan *split desktop*. *Software split desktop* digunakan untuk membantu perhitungan fragmentasi pada hasil peledakan. Untuk mengetahui *fragmentasi* peledakan dilapangan, penulis juga menggunakan *software split desktop* untuk membantu dalam memprediksi *fragmentasi* dilapangan, dengan cara mengambil foto *fragmentasi* batuan dengan helm *safety* berdiameter 40 cm sebagai perbandingan. Pada pengolahan dengan menggunakan *Software Split Desktop* didapatkan hasil persentase fragmentasi sebagai berikut:



Gambar 3. 6 Analisa Perbandingan Dengan Menggunakan *Helm Safety (Split Engineering)*



Gambar 3. 7 Kurva Hasil Analisa Menggunakan *Software Split Desktop (Split Engineering)*

2. Analisa Data *Digging Time*

Tabel 3.2 *Digging Time*

Digging Time HITACHI XA 2002		
<i>Layer 1</i>	10,91	Detik
<i>Layer 2</i>	13,88	Detik
<i>Total</i>	24,79	Detik

Sumber : Hasil Penelitian CCM *Project*

Analisis data *digging time* dilakukan dengan mencari nilai rata-rata dari beberapa data lapangan yang diambil. Menggunakan *Microsoft Excel*, pengolahan data *digging time* dilakukan.

$$X_{mean} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots}{n} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2)}$$

atau

$$=average(C1:C5) \dots\dots\dots \text{Persamaan (2)}$$

3. Analisa Data Volume Produksi

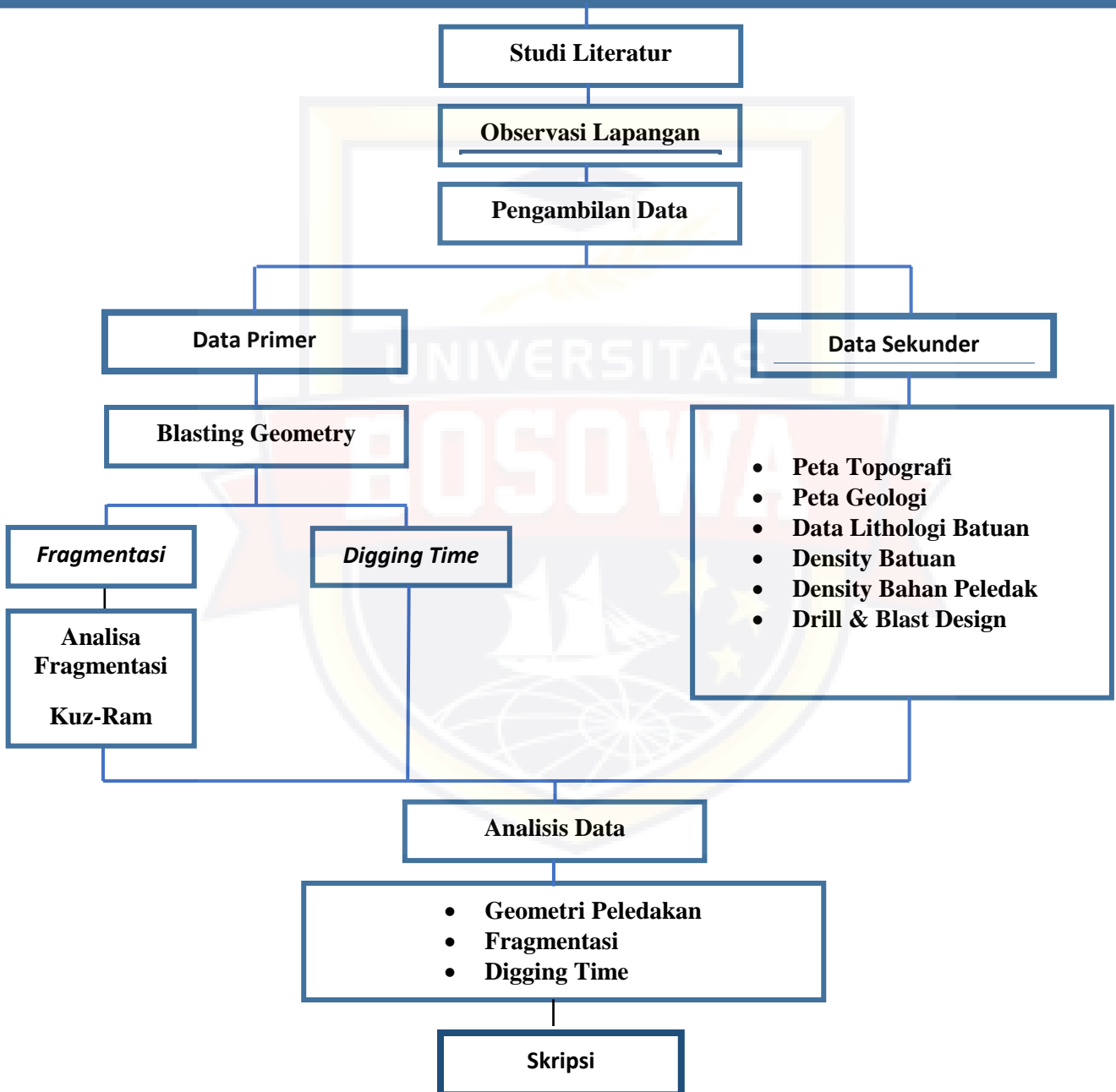
Melalui kegiatan produksi dan operasi produk yang dihasilkan dapat berupa barang akhir, berikut merupakan hasil dari analisa data volume produksi mingguan :



Gambar 3. 8 Diagram Volume Produksi Weekly Pit Delta (CCM Project)

4. Tahap Analisa Data (Bagan alir Penelitian)

Kajian Teknis Optimasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Di PT Petrosea Tbk Site CCM Pit Delta Terhadap Ketercapaian Target Productivity Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara.



Gambar 3. 9 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

1. Geometri Aktual

Tabel 4. 1 Geometri Aktual

No.	Geometri	Seam F Pit Delta		Seam F Utara Pit Delta		Seam G Pit Delta		Expose Seam F Pit Delta	
		13 September 2022						22 September	
		Plan	Act	Plan	Act	Plan	Act	Plan	Act
1	Hole Diamater (mm)	200	200	200	200	200	200	200	200
2	Burden – B (m)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
3	Spacing - S (m)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
4	Depth - D (m)	6.1	6.1	7.7	7.7	7.5	7.5	8.5	8.5
5	Stemming – T (m)	3.1	3.1	4.2	4.2	4.1	4.1	4.7	4.7
6	PC – (m)	-	3,0	-	3.5	-	3.4	-	3.8
7	Subdrill --(J) (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
8	PF – (Kg/bcm)	-	0.21	-	0.21	-	0.21	-	0.21
9	Total Hole	126	126	134	95	70	73	114	155
10	Volume (bcm)	43.197	43.197	57.935	41.098	29.400	29.400	66.164	52.752

Sumber : Hasil Penelitian CCM *Project*

Pada tabel 4.1 merupakan tabel geometri peledakan pada setiap lokasi penelitian dilakukan. Beberapa parameter geometri yang ada pada tabel seperti *diameter, burden, spacing, depth, stemming, PC (powder charge), subdrill, powder factor, total holes, charge weigh*. Dalam tabel juga terdapat nama lokasi peledakan yang diteliti seperti pada tanggal 13 September 2022 di *Seam F Pit Delta, Seam F Uara Pit Delta, Seam G*, dan pada tanggal 22 September di *Expose Seam F Pit Delta*. Geometri peledakan aktual dibuat dengan memperhatikan nilai *Powder Factor (PF)* dan fragmentasi.

2. Fragmentasi Hasil Peledakan

Pengambilan fragmentasi hasil peledakan untuk nantinya di olah menggunakan *software Split dektop* dengan menggunakan alat pembanding berdiameter 8 *inch*. Bisa dilihat pada gambar (3.6 Penentuan Gambar).

3. Digging Time Hasil peledakan

Pengamatan pada *digging time* dilakukan langsung pada *loading front* lokasi penelitian. Dan didapat hasil *digging time* rata-rata beserta *pattern* peledakannya. (Lihat tabel 3.2 *digging time*)

4. Volume Produksi

Pada pengamatan hasil produksi *weekly* pada lokasi pit delta mendapatkan hasil volume hasil produksi agar dicapai laba optimal, maka luas produksi perlu direncanakan dengan baik. (Gambar 3. 8 Diagram Volume Produksi *Weekly* Pit Delta)

B. PEMBAHASAN

1. Analisa Rancangan Geometri Usulan

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan persamaan metode C.J.Konya maka di dapatkan hasil geometri peledakan usulan bisa di lihat pada (Lampiran E) dan tabel 4.2.

Dari tabel 4.2 dibawah maka didapatkan rancangan geometri usulan secara teoritis untuk Burden 8 m, Spacing 9 m, Stemming 5,6 m, Subdrilling 1.6 m, Kedalaman lobang 12 m, Tinggi jenjang 10,4 m, powder column 6,4 m, powder factor ANFO = 0,22 dan EMULSION 0,3. (Lihat lampiran D dan E)

Tabel 4. 2 Geometri Peledakan Usulan Menggunakan Metode C. Konya 1990

NO	GEOMETRI PELEDAKAN	AKTUAL	USULAN	
1	<i>Burden (B)</i>	7,0	8,0	
2	<i>Spasi (S)</i>	8,0	9,0	
3	<i>Stemming (T)</i>	4,0	4,0	
4	<i>Depth (H)</i>	7,5	7,5	
5	<i>Subdrilling (J)</i>	0,5	0,5	
6	<i>Powder Coloumb (PC)</i>	3,5	3,5	
7	<i>Loading Density (de)</i>	26,4	26,4	
8	<i>Tinggi Jenjang (L)</i>	7,0	7,0	
9	<i>Volume (V)</i>	392	504	
10	<i>Powder Factor (PF)</i>	0,23	ANFO = 0,20	EMULSION = 0,28

Sumber : Hasil Penelitian CCM Project

2. Analisa Fragmentasi

Analisa fragmentasi dilakukan menggunakan metode perhitungan *Kuzram*. Karakteristik batuan dan geologi area penelitian merupakan dasar untuk perhitungan *pattern* yang *optimal* berdasarkan rumus yang ada pada *Kuzram*. Hubungan antara perhitungan *C.J Konya* dan *Kuzram* yang ada akan memperoleh *pattern-pattern* atau geometri yang sesuai pada masing-masing area lokasi penelitian.

Geometri yang diperoleh dari lokasi yang menggunakan *pattern* burden spasi 7x8. Berikut adalah contoh output data dari *Kuz-Ram* dan *Split Desktop* : (Lihat lampiran E dan F)

Tabel 4. 3 Perbandingan Fragmentasi Kuzram Aktual dan Usulan

AREA A (Expose Seam F)	Aktual	Usulan	
Burden (B)	7,0	8,0	
Spacing (S)	8,0	9,0	
Fragmentasi Kuzram			
Parameter	ANFO	ANFO	EMULSION
Fragmentasi Rata-Rata (X) cm	40 cm	50 cm	60 cm
Indeks Keseragaman (n)	0,95	0,91	
Karakteristik Ukuran (Xc) cm	70 cm	72 cm	86 cm

Sumber : Hasil Penelitian CCM *Project*

Fragmentasi rata-rata pada geometri usulan menggunakan ANFO yaitu 40 cm sedangkan yang menggunakan emulsion yaitu 60 cm. Hal ini di karenakan densitas dari emulsion lebih besar daripada ANFO, karena akan mempengaruhi fragmentasi rata-rata dari keduanya. Nilai indeks keseragaman yang besar

menandakan fragmentasi yang terjadi semakin seragam. Hal ini juga menunjukkan bahwa pattern tentunya akan berpengaruh juga pada hasil fragmentasi dalam perhitungan *Kuzram*.(Lihat lampiran F dan G)

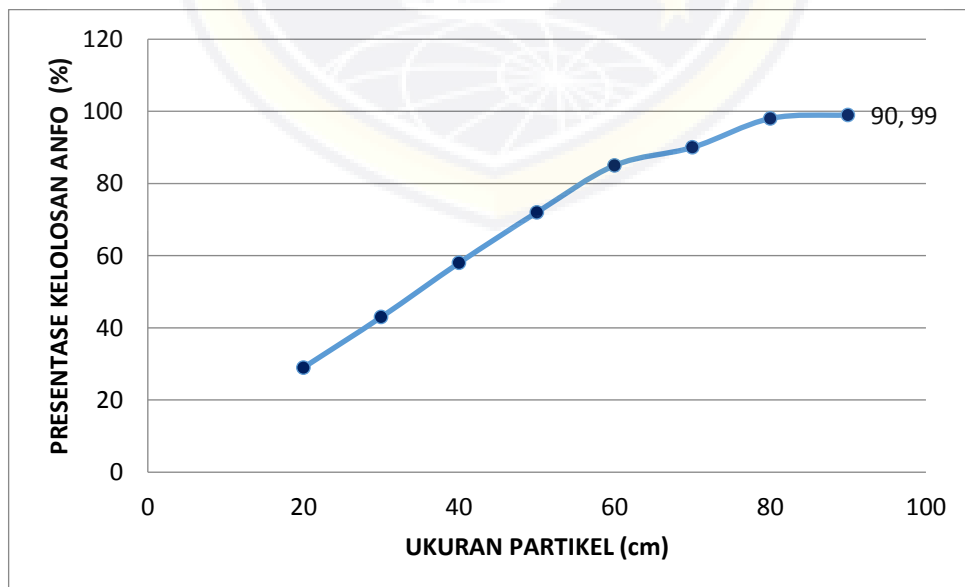
a. Perbandingan Analisa Kurzam dan Geometri Aktual

Tabel 4. 4 Presentase Fragmentasi *Kuzram* Geometri Aktual

UKURAN PARTIKEL (cm)	LOLOS %
20 cm	29 %
30 cm	43 %
40 cm	58 %
50 cm	72 %
60 cm	85 %
70 cm	90 %
80 cm	98 %
90 cm	99 %

Sumber : Hasil Penelitian CCM *Project*

Gambar 4. 1 Grafik Presentase Fragmentasi *Kuzram* Geometri Aktual



Sumber : Hasil Penelitian CCM *Project*

Fragmentasi rata-rata yang didapat pada fragmentasi geometri aktual yaitu >20 cm sebanyak 29%. Hal ini terjadi karena mempunyai pattern burden dan spasi 7 x 8. Hasil dari fragmentasi rata-ratanya menunjukkan ukuran material yang lebih kecil dari perhitungan geometri usulan.

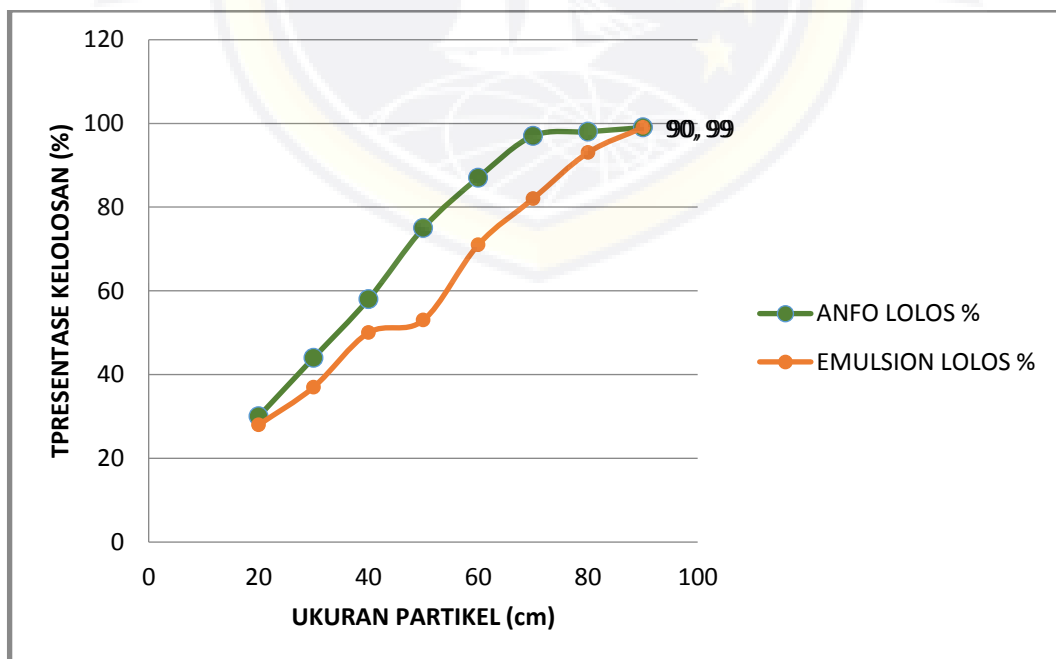
b. Perbandingan Analisa Kurzam dan Geometri Usulan

Tabel 4. 6 Presentase Fragmentasi Kuzram Geometri Usulan

UKURAN PARTIKEL (cm)	ANFO	EMULSION
	LOLOS %	LOLOS %
20 cm	30 %	28 %
30 cm	44 %	37 %
40 cm	58 %	50 %
50 cm	75 %	53 %
60 cm	87 %	71 %
70 cm	97 %	82 %
80 cm	98 %	93 %
90 cm	99 %	99 %

Sumber : Hasil Penelitian CCM *Project*

Gambar 4. 2 Grafik Presentase Fragmentasi Kuzram Geometri Usulan



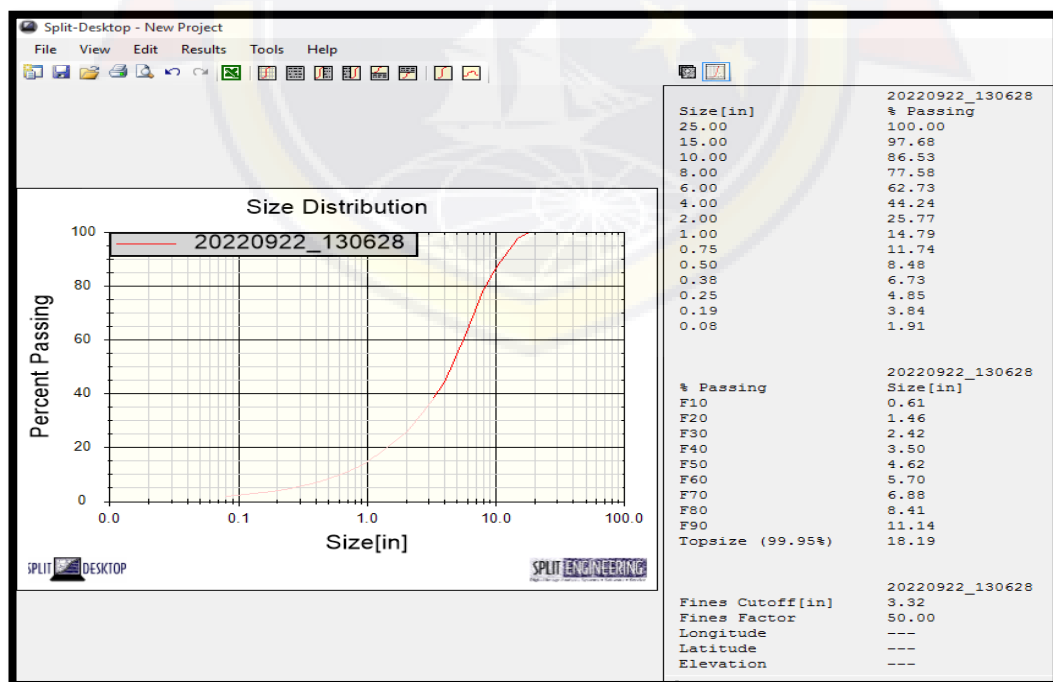
Sumber : Hasil Penelitian CCM *Project*

Data diatas merupakan *output* dari perhitungan fragmentasi Kuzram. Pada angka ukuran partikel 20 cm yang dimaksud adalah angka kelolosan material pada ukuran tersebut. Sedangkan pada angka 90 cm merupakan batas angka ukuran optimal fragmentasi, maka jika presentase lolos dari 97% adalah 70 cm maka dapat dikatakan ukuran oversize dari hasil fragmentasi peledakan sebesar 97%.

C. Analisa Split Desktop Geometri Aktual

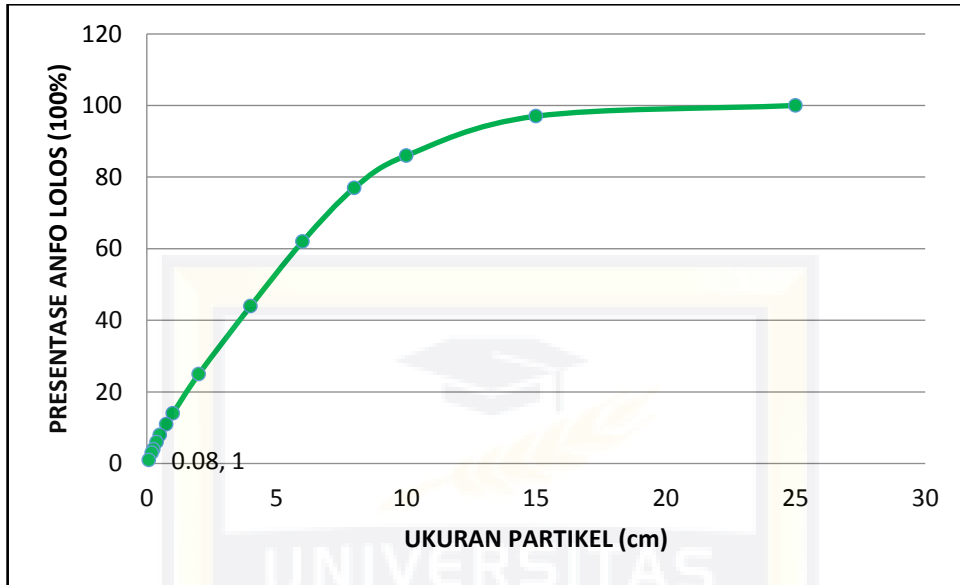
Data ini menunjukkan hasil dari *Image Analysis* menggunakan *software Split Desktop* dan menghasilkan distribusi fragmentasi rata-rata dari ukuran partikel 25 cm sebanyak 100%. Metode analisis ini tidak dapat dijadikan acuan sepenuhnya karena analisis ini dilakukan dengan metode fotografi dan hanya beberapa bagian dari lokasi yang cukup mewakili yang dilakukan analisis.

Gambar 4. 3 Analisa Split Desktop Geometri Aktual AREA A



Sumber : *Split Engineering 4.0*

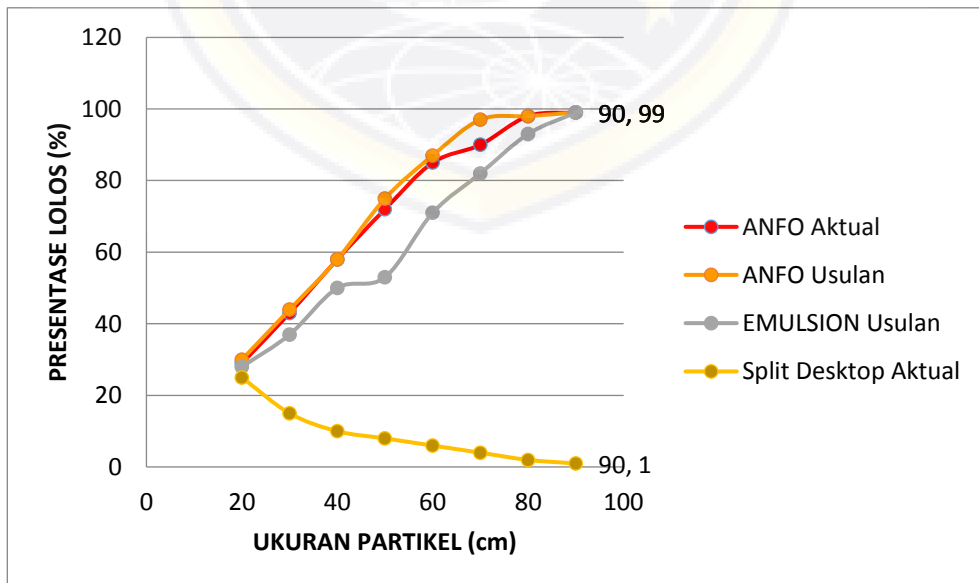
Gambar 4. 4 Grafik Presentase Fragmentasi Split Desktop Aktual AREA A



Sumber : Split Engineering 4.0

D. Korelasi Grafik Hasil Penelitian Split Desktop dan Hasil Perhitungan Kuz-Ram

Gambar 4. 5 Korelasi Grafik Hasil Penelitian Split Desktop dan Hasil Perhitungan Kuz-Ram



Sumber : Split Engineering 4.0

Korelasi grafik pada distribusi fragmentasi menggunakan metode Kuzram dan Split Engineering 4.0 menunjukkan bahwa ukuran distribusi fragmentasi yang lolos >25cm sebanyak 99.9% dari ukuran 70 cm yang ditetapkan sebagai acuan *oversize* mengacu pada ukuran *bucket excavator* yang bekerja pada lokasi tersebut. Pada kasus ini jika ukuran material lebih dari 1/3 ukuran *bucket excavator* maka dapat dikatakan *oversize* dari ukuran *bucket* yang digunakan merupakan *bucket HITACHI EX 2002* atau sekelasnya, yang paling banyak digunakan di area tambang PT.Petrosea Tbk.

Kedua metode ini memiliki perbedaan yang cukup signifikan yang mana metode *Kuzram* sangat memperhatikan distribusi ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan, sedangkan metode *image analysis* tidak terlalu memperhatikan distribusi fragmentasi batuan, tetapi langsung pada tingkat keseragaman fragmentasi batuan. Selain itu, analisis dengan metode *kuzram* masih berupa suatu prediksi karena data yang digunakan hanya bersumber dari geometri peledakan dan jumlah bahan peledakan. Sedangkan analisis dengan menggunakan metode *image analysis* menggunakan data sebenarnya yang bersumber dari fragmentasi batuan dari kegiatan peledakan.

3. Analisa Digging Time

Hasil dari *digging time* ini juga berpengaruh pada produktifitas alat muat yang ada. *Digability loader* atau kemampuan penggalian dari alat muat yang menjadi salah satu hal yang terpengaruh dari hasil perubahan *pattern* pada lokasi peledakan. Jika material hasil peledakan masih keras atau masih banyak menghasilkan material *boulder* tentunya akan memperlama waktu penggalian dari

excavator yang bekerja tersebut, atau dapat dikatakan peledakan yang dilakukan belum sangat berhasil.

PT. Petrosea Tbk. menargetkan angka 12 detik untuk *digging time excavator* baik itu dikelas PC 4000 atau 3000. Jika kelas yang beroperasi di bawahnya seperti PC 2000 tentunya *digging time* nya akan semakin cepat. Jika waktu *digging time* dari alat muat yang dihasilkan lebih cepat maka kemungkinan adanya antrian dari *hauler* juga akan berkurang, karena proses *loading* yang cepat. Dan tentunya hal ini akan mempengaruhi *cycle time* pada alat angkut tersebut.

Pada area A *digging time* yang didapat oleh HITACHI EX 2002 (*Pattern* 7,0 x 8.0) pada *layer* 1 memperoleh hasil 10,91 detik, *layer* 2 memperoleh hasil 13,88 detik maka memperoleh hasil 24,79 detik oleh karena itu angka *digging time* nya berbeda cukup signifikan. Pengambilan data *digging time* pada area tersebut dilakukan pada pagi hari sekitaran jam 9.00-11.00 WITA. Lalu dikomparasikan dengan data produktifitas yang didapat dari *Hauling Truck* PT.Petrosea pada pit Delta. Dari data tersebut diketahui bahwa adanya korelasi antara *digging time* alat muat dengan produktivitas alat muat yang berbanding lurus dengan *digging time* rata- rata yang dihasilkan yaitu masih dibawah target *digging time* 12 detik dari PT.Petrosea produktivitas yang dihasilkan mendapatkan nilai yang baik.

Perubahan *pattern* peledakan untuk kaitannya dengan *digging time* memiliki pengaruh yang cukup signifikan tentunya. Dengan adanya pelebaran *pattern*, waktu gali dari alat muat tersebut juga relatif meningkat atau semakin

lama, sedangkan jika perapatan *pattern* dilakukan, maka waktu galinya pun akan meningkat semakin cepat, karena material hasil peledakan akan semakin halus atau bagus

4. Analisa Volume Produksi

Tabel 4. 5 Actual Blast Volume Weekly

Description	Unit	Volume (Kbcm)	
		WTD	MTD
Actual Blasting Volume	KBCM	395	1109
Budget Blast Volume	KBCM	908	2465
Plan Blast Volume Achievement	%	44%	45%
Actual Volume OB	KBCM	814	2364
Actual Blast Volume Achievmen	%	49%	47%
Reason	Actual Blast Volume weekly 49 % actual OB Remove and Monthly 47 % actual OB remove		

Sumber : CCM Project

Dengan target pembongkaran *overburden* sebesar 47,566 *bcm/day*. Pembongkaran yang ditargetkan PT. Petrosea yaitu sebesar 140,000 *bcm/day*. Kegiatan peledakan tiap hari dapat dilakukan 2 sampai 3 lokasi. Dengan jumlah lubang mencapai lebih dari 100 per lokasi, tergantung luasan lokasi dan *plan* yang ada.

Pada penelitian ini geometri peledakan yang menjadi fokus adalah ukuran dari fragmentasi batuan mmpengaruhi pada target volume produksi, apabila fragmentasi pada batuan terjadi *boulder* maka volume produksi tidak akan sesuai target. Keberhasilan suatu kegiatan produksi ditinjau dari volume hasil peledakan tersebut yang sesuai target. Hasil volume produksi 56,428 *bcm/day*, yang dinyatakan bahwa telah melebihi target.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan perhitungan terhadap kajian teknik geometri peledakan terhadap ketercapaian target productivity Di PT Petrosea Tbk Site CCM Pit Delta Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Hasil pengolahan data geometri aktual dengan menggunakan bahan peledak *ANFO* memiliki *pattern* yang lebih rapat dibandingkan peledakan dengan penggunaan *EMULSION*, sehingga mengakibatkan pelebaran *pattern* pada geometri usulan dan menghasilkan pelebaran *pattern* 8 x 9.
- Hasil grafik pada distribusi fragmentasi menggunakan metode Kuzram dan Split Engineering 4.0 menunjukkan bahwa ukuran distribusi fragmentasi yang lolos >25cm sebanyak 99.9% dari ukuran 70 cm yang tidak melebihi dari 1/3 ukuran dari bucket excavator yang ditetapkan sebagai acuan *oversize* yang digunakan pada *bucket HITACHI EX 2002*.
- Hasil korelasi antara *digging time* alat muat dengan produktivitas alat muat yang berbanding lurus dengan *digging time* rata-rata yang dihasilkan yaitu masih dibawah target *digging time* 12 detik dari PT.Petrosea produktivitas yang dihasilkan mendapatkan nilai yang baik..

B. Saran

1. Rancangan geometri yang direkomendasikan adalah pelebaran pattern menjadi *Burden* 8 m, *Spasi* 9 m yang akan menghasilkan ukuran rata-rata fragmentasi menggunakan *ANFO* sebesar 40 cm dan *EMULSION* 30 cm.
2. Untuk mendapatkan *digging time* yang diharapkan perlu diupayakan memperbesar nilai indeks keseragaman pada penelitian lebih lanjut.
3. Upaya dalam peningkatan target *productivity* dengan ketentuan memperbaiki efisiensi kerja dengan menghindari waktu hambatan dengan mengganti alat bor yang mengalami *break down* (kemacetan atau rusak).

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, A. E., Soegeng, M. B., & Erusani, A. S. (2021). Analisis Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Hasil Fragmentasi dan Digging Time Optimal di Pit North Tutupan PT. SIS site Adaro (PT. Adaro Indonesia). *Jurnal Inovasi Pertambangan Dan Lingkungan*, 1(1), 15–20. <https://doi.org/10.15408/jipl.v1i1.20378>
- Apriani, W, M Asof, and Jl Raya Palembang-Prabumulih Km. n.d. “DAMPAK PELEDAKAN OVERBURDEN TERHADAP KESELAMATAN KERJA DI PT. BUKIT ASAM, TBK,” 2019.
- Bhandari, S. 1997. Engineering Rock Blasting Operations. A.A Balkema, Rotterdam, Netherlands.
- Brier, J., & lia dwi jayanti. (2020). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. 21(1), 1–9. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- C.J. Konya and E.J. Walter. 1990. Surface Blast Design. Prentince-Hall, Inc. New Jersey, USA.
- Didiet Try Setiadi dkk. (2012). *Kajian Teknis Pemboran Lubang Ledak Di Pt . Sis Jobsite Pt Ai Kecamatan Juai Kabupaten*. 23–32.
- Energi, D., Sumber, D. A. N., Mineral, D., Penelitian, B., Pengembangan, D. A. N., Dan, E., Daya, S., Penelitian, P., Pengembangan, D. A. N., & Kelautan, G. (2006). *Perairan Sebatik , Kabupaten Nunukan*.
- Enni Tri Mahyuni, A, Ilham Samanlangi, Endric Pabuntang. (2016). Evaluasi Penerapan Geometri Peledakan Overburden untuk Pencapaian Target Produksi PT. Berau Coal.
- Fadli, F. (2016). Desain Pit Penambangan Batubara Blok C Pada Pt. Intibuana Indah Selaras Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Geomine*, 1(1), 55–63. <https://doi.org/10.33536/jg.v1i1.10>
- Frianto, R., Nurhakim, & Riswan. (2014). Kajian Teknis Geometri Peledakan pada Keberhasilan Pembongkaran Overburden Berdasarkan Fragmentasi Hasil Peledakan. *Jurnal Fisika Flux*, 11(1), 56–67.
- Hermawan, W., & Marmer, D. (n.d.). *Analisis Pengaruh Tingkat Getaran Tanah terhadap Jarak dan Muatan Bahan Peledak per Delay di Area Penambangan Phase 6 Pit Batu PT Amman Mineral Nusa Tenggara Analysis of Ground Vibration Level Influence to Distance and Explosive Charge per Delay at Phase . 561–568*.

- Hustrulid, W. 2013. *Open Pit Mine Planning and Design - Volume 1 Fundamental*. CRC Press Taylor and Francis Group, USA.
- I. Brunton, 2003. *Impact of Blast Fragmentation on Hydraulic Excavator Dig Time*. Fifth Large Open Pit Mining Conference. Kalgoorlie, WA
- Jimeno, Carlos Lopez, 1995. *Drilling and Blasting Of Rocks*. A.A Balkema: Rotterdam.
- Kuznetsov, (1973). *The Modern Thecnique of Rock Blasting*, John Wiley & Sons, Sydney
- Ma'rief, A. A., Qadri, A., Okviyani, N., & Mahyuni, E. T. (2020). Analisis Pengaruh Jumlah Bahan Peledak Terhadap Ground Vibration Akibat Ledakan Pada Area Pit SM-A Tambang Batubara Di PT. Sims Jaya Kaltim Jobsite PT. Kideco Jaya Agung Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine*, 8(1), 74–79. <https://doi.org/10.33536/jg.v8i1.578>
- Munawir, Samanlangi Andi Ilham, A. (2015). Analisis Geometri Peledakan Terhadap Ukuran Fragmentasi Overburden Pada Tambang Batubara PT.Pamapersada Nusantara Jobsite Adaro Kalimantan Selatan. *Jurnal Geomine*, 01(April), 9–13.
- Pasymi, P., & Hatta, U. B. (2020). *Batubara (jilid 1)*. October 2008.
- Peledakan, G., Pt, D. I., Tunggal, A., Andalas, J. U., Manis, L., Padang, K., & Barat, S. (2020). *ANALISIS UKURAN FRAGMENTASI RATA-RAT TERHADAP*.
- PT. Petrosea Tbk (2011). *S U S T A I N A B L E G R O W T H ANNUAL REPORT 2011*.
- Rifandy, A. (1995). *LUBANG LEDAK PADA KEGIATAN PEMBERAIAN BATUAN DI PT . SURYA PRATAMA MAKMUR KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA*. 48–57.
- Safarudin, S., Purwanto, P., & Djamaluddin, D. (2016). Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 20(2), 54–62. <https://cot.unhas.ac.id/journals/index.php/jpe/article/view/21>
- Savira, F., & Suharsono, Y. (2019). Metode Penelitian. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 01(01), 1689–1699.
- Scott, A. 1996. *Open Pit Blast Design Analysis and Optimisation*. JKMRC (Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre: Brisbane). The University of Queensland,AUS.

Split Engineering. Using Split Desktop Software. in computer software Split
Dekstop 4.0 Versio

Sunyoto, R. M., & Kopa, R. (2020). *Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan Serta Digging Time Dan Produktivitas Alat Gali*. 6(1), 88–99.

Wijayanti, P., & Si, S. (n.d.). Hamilton (1979) Moss ; Simons ; Hutchison (2007)
Tm 6 Geologi P. Kalimantan.



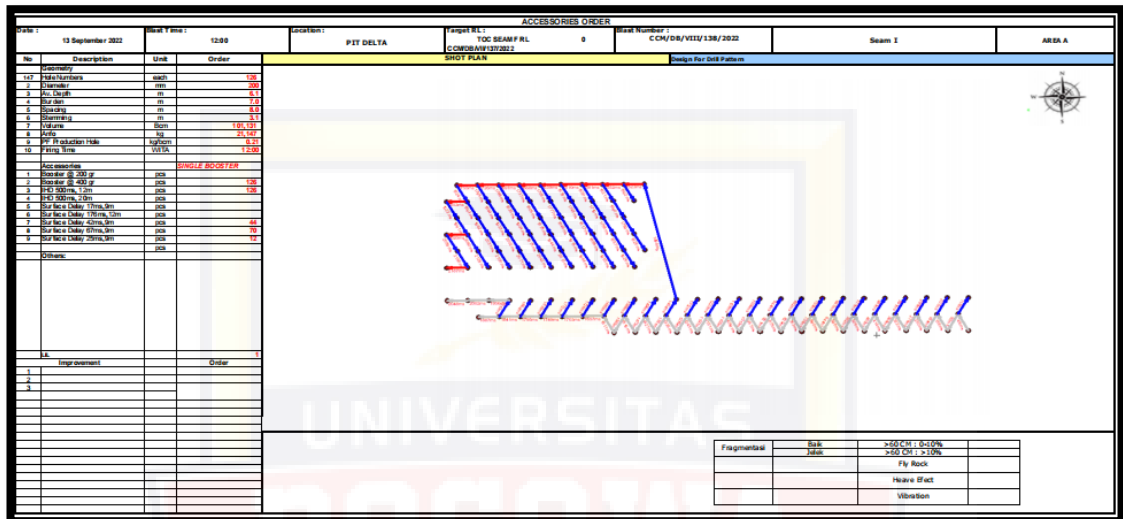
LAMPIRAN A
DATA HASIL PENGUKURAN GEOMETRI AKTUAL

Tabel Lampiran A 1 Hasil Pengukuran Geometri Aktual

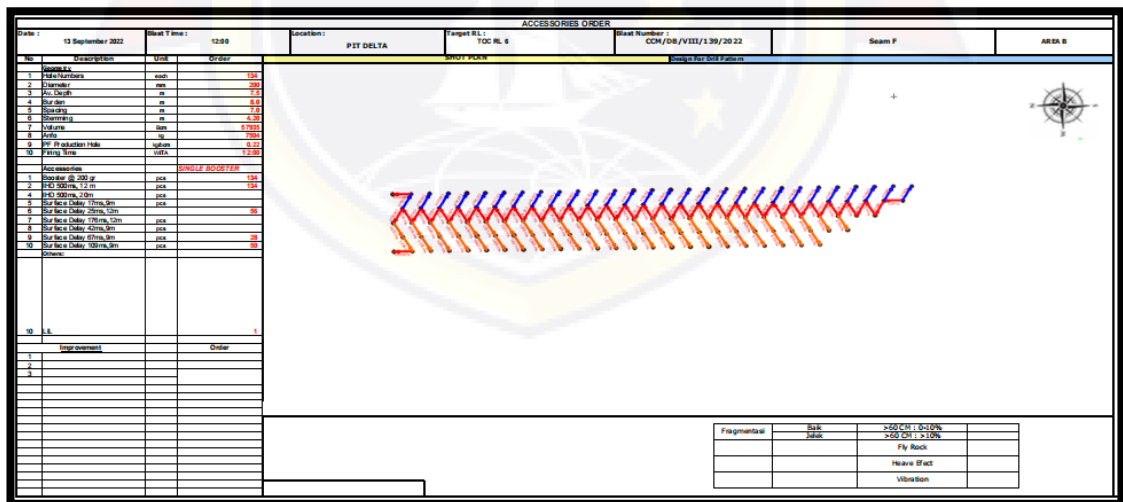
No	Geometri	Seam F Pit Delta		Seam F Utara Pit Delta		Seam G Pit Delta		Expose Seam F Pit Delta			
		13 September 2022								22 September	
		Plan	Act	Plan	Act	Plan	Act	Plan	Act		
1	Hole Diamater (mm)	200	200	200	200	200	200	200	200		
2	Burden – B (m)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0		
3	Spacing - S (m)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0		
4	Depth - D (m)	6.1	6.1	7.7	7.7	7.5	7.5	8.5	8.5		
5	Stemming – T (m)	3.1	3.1	4.2	4.2	4.1	4.1	4.7	4.7		
6	PC – (m)	-	3,0	-	3.5	-	3.4	-	3.8		
7	Subdrill --(J) (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
8	PF – (Kg/bcm)	-	0.21	-	0.21	-	0.21	-	0.21		
9	Total Hole	126	126	134	95	70	73	114	155		
10	Volume (bcm)	43.19 7	43.19 7	57.93 5	41.09 8	29.40 0	29.40 0	66.16 4	52.752		

LAMPIRAN B

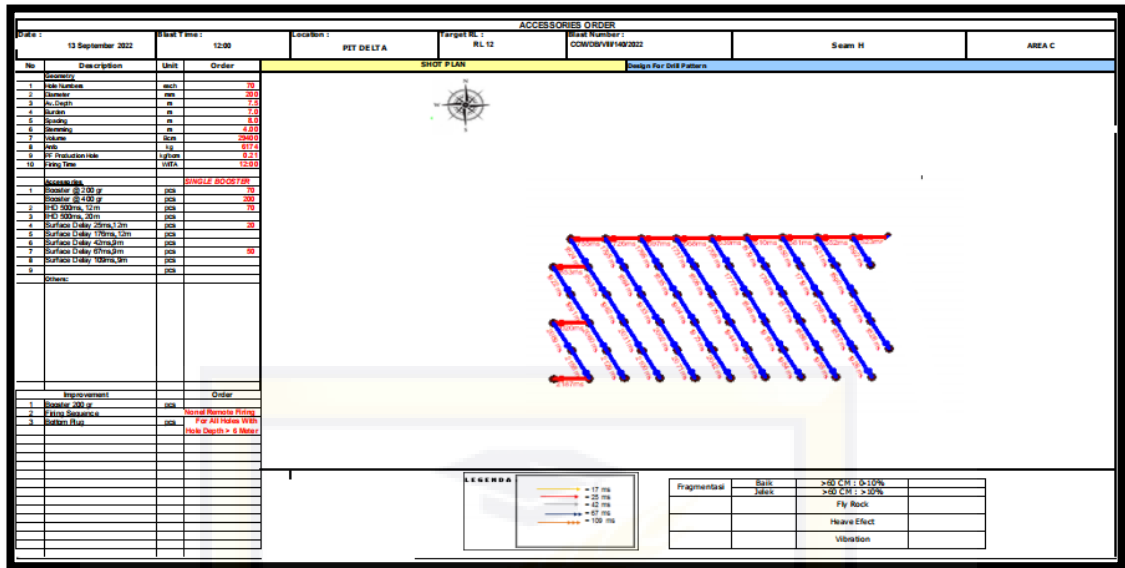
TIE UP BLASTING



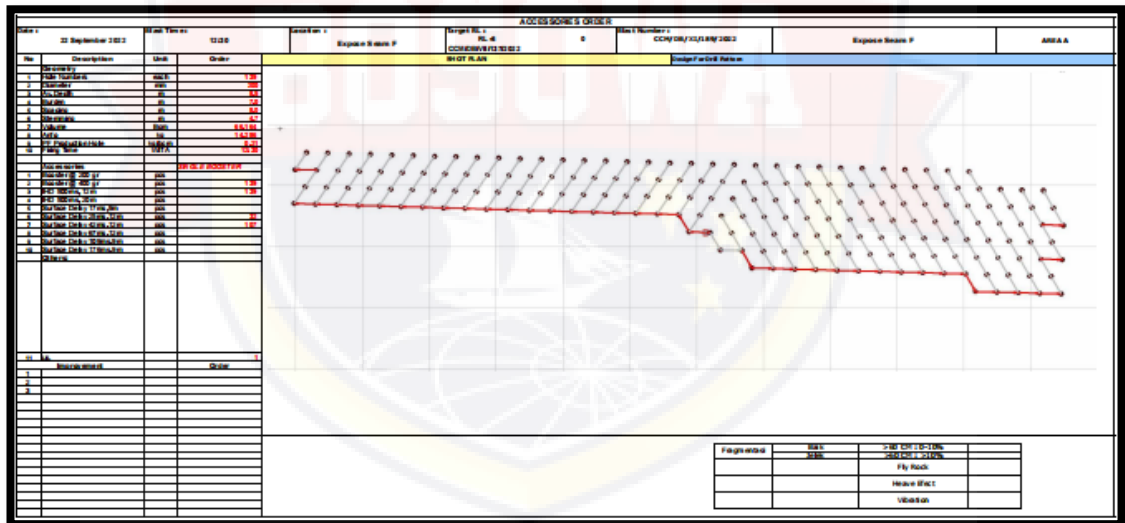
Gambar Lampiran B. 1 Shot Plan Seam I



Gambar Lampiran B. 2 Shot Plan Seam F



Gambar Lampiran B. 3 Shot Plan Expose Seam H



Gambar Lampiran B. 4 Shot Plan Seam F

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN GEOMETRI PELEDAKAN MENGGUNAKAN
METODE C.J KONYA

Dik : SGr (Density Batuan) = 1,58 Kg/cm³ → 0,00158 gr//cm³

Sge (Density Bahan Peledak) = 0,84 gr//cm³

De (Diamter Lubang) = 20 cm → 200 mm

➤ **Burden**

$$B = 3,15 \times De \times \sqrt[3]{\frac{SGe}{SGr}}$$

Keterangan :

B : Burden

De : Diameter lubang bor (inchi)

SGe : Density bahan peledak

SGr : Density batuan

$$\text{Jadi, } B = 3,15 \times 200 \times \sqrt[3]{\frac{0,84}{0,0015}}$$

$$= 63 \times 8,10$$

$$= 5,1 \text{ m}$$

➤ **Spacing**

$$S = Ks \times B$$

Keterangan :

S : Spacing (m)

B : Burden (m)

Ks : Spacing Ratio (1,00 – 2,00)

Jadi, $S = 1,3 \times B$

$$= 1,3 \times 5,1$$

$$= 6,6 \text{ m}$$

➤ **Stemming**

$$T = Kt \times B$$

Keterangan :

T : Tinggi Stemming (m)

Kt : Stemming Ratio (0,7-1,00)

B : Burden

Jadi, $T = Kt \times B$

$$= 0,7 \times 5,1$$

$$= 3,5 \text{ m}$$

➤ **Depth**

$$H = Kh \times B$$

Keterangan :

H : Kedalaman lubang ledak

Kh : Hole depth ratio (1,5-4,0)

B : Burden

$$\begin{aligned}\text{Jadi, } H &= Kh \times B \\ &= 1,5 \times 5,1 \\ &= 7,65 \text{ m}\end{aligned}$$

➤ **Subdrilling**

$$J = K_j \times B$$

Keterangan :

J : Subdrilling

K_j : Subdrilling Ratio (0,2-0,3)

Jadi,

$$\begin{aligned}J &= K_j \times B \\ &= 0,2 \times 5,1 \\ &= 1,02 \text{ m}\end{aligned}$$

➤ **PC**

$$PC = H - T$$

Keterangan :

PC : Panjang kolom isian bahan peledak

H : Kedalaman lubang ledak

T : Stemming

Jadi,

$$PC = H - T$$

$$= 7,65 - 3,57$$

$$= 4,08 \text{ m}$$

- Lading Density (de)

$$de = D^2 \times SG$$

Keterangan :

de : Loading Density (kg/m)

D : Diameter lubang ledak (inchi) = 20 cm = 0,2 m

SG : Berat jenis bahan peledak

Jadi,

$$de = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \times 10^2 \times 1$$

$$= 3,14 \times 10 \text{ cm}^3$$

$$= 31,4 \text{ cm}^3$$

Jadi,

$$= (de \times SGe)$$

$$= 31,4 \times 0,84$$

$$= 26,4 \text{ Kg/m}$$

➤ **Volume**

$$V = B \times S \times L$$

$$= 5,1 \times 6,6 \times 7,6$$

$$= 255,81 \text{ m}$$

➤ **PF**

$$PF = \frac{E}{V} = \frac{de \times PC \times n}{V}$$

Keterangan :

PF : Powder Factor (kg/m^3)

E : Jumlah bahan peledak yang digunakan (kg)

V : Volume batuan yang terbongkar (kg)

de : Loading Density (kg/m)

PC : Charge length (m)

n : Jumlah lubang ledak

$$PF = \frac{PC \times de}{V}$$

$$= \frac{4,08 \times 26,4}{255,81}$$

$$= 0,42 \text{ Kg/m}^2$$

LAMPIRAN D

RANCANGAN GEOMETRI AKTUAL PELEDAKAN DENGAN MENGUNAKAN METODE C.J KONYA

Dik : Burden (B) = 7,0

Spacing (S) = 8,0

Stemming (T) = 4,0

Depth (H) = 7,5

Subdrilling (J) = 0,5

Tinggi Jenjang (L) = 7,0

- $PC = H - T$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, PC} &= H - T \\ &= 7,5 - 4,0 \\ &= 3,5 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lading Density (de)

$$de = D^2 \times SG$$

$$\text{Jadi, de} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \times 10^2 \times 1$$

$$= 3,14 \times 10 \text{ cm}^3$$

$$= 31,4 \text{ cm}^3$$

✓ de ANFO

$$\begin{aligned}
 &= (de \times SGe) \\
 &= 31,4 \times 0,84 \\
 &= 26,4 \text{ Kg/m}
 \end{aligned}$$

✓ de EMULSION

$$\begin{aligned}
 &= (de \times SGe) \\
 &= 31,4 \times 1,15 \\
 &= 36.1 \text{ Kg/m}
 \end{aligned}$$

➤ Volume

$$\begin{aligned}
 V &= B \times S \times L \\
 &= 7,0 \times 8,0 \times 7,0 \\
 &= 392 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ PF

$$PF = \frac{E}{V} = \frac{de \times PC \times n}{V}$$

✓ PF ANFO

$$\begin{aligned}
 &= \frac{PC \times de}{V} \\
 &= \frac{3,5 \times 26,4}{392}
 \end{aligned}$$

$$= 0,23 \text{ Kg/m}^2$$

LAMPIRAN E

RANCANGAN GEOMETRI USULAN PELEDAKAN DENGAN MENGUNAKAN METODE C.J KONYA

Dik : Burden (B) = 8,0

Spacing (S) = 9,0

Stemming (T) = 4,0

Depth (H) = 7,5

Subdrilling (J) = 0,5

Tinggi Jenjang = 7,0

- PC

$$PC = H - T$$

$$\text{Jadi, PC} = H - T$$

$$= 7,5 - 4,00$$

$$= 3,5 \text{ m}$$

- Lading Density (de)

$$de = D^2 \times SG$$

$$\text{Jadi, de} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \times 10^2 \times 1$$

$$= 3,14 \times 10 \text{ cm}^3$$

$$= 31,4 \text{ cm}^3$$

✓ de ANFO

$$= (de \times SGe)$$

$$= 31,4 \times 0,84$$

$$= 26,4 \text{ Kg/m}$$

✓ de EMULSION

$$= (de \times SGe)$$

$$= 31,4 \times 1,15$$

$$= 36.1 \text{ Kg/m}$$

➤ Volume

$$V = B \times S \times L$$

$$= 8,0 \times 9,0 \times 7,0$$

$$= 504 \text{ m}$$

➤ PF

$$PF = \frac{E}{V} = \frac{de \times PC \times n}{V}$$

$$\checkmark \text{ PF ANFO} = \frac{PC \times de}{V}$$

$$= \frac{4,0 \times 26,4}{504}$$

$$= 0,20 \text{ Kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}\checkmark \text{ PF EMULSION} &= \frac{PC \times de}{V} \\ &= \frac{4,0 \times 36.1}{504}\end{aligned}$$

$$= 0,28 \text{ Kg/m}^2$$



LAMPIRAN F
PERHTUNGAN FRAGMENTASI GEOMETRI AKTUAL
MENGGUNAKAN METODE KUZ-RAM

1. Perhitungan Faktor Batuan

$$\text{Blastability Indeks (BI)} = 0,5 \times (\text{RMD} + \text{JPS} + \text{JPO} + \text{SGI} + \text{H})$$

$$A = \text{BI} \times 0,12$$

$$\text{Blastability Indeks (BI)} = 0,5 \times (20 + 20 + 40 + 12,2 + 7)$$

$$\text{BI} = 49,6$$

$$A = 49,6 \times 0,12$$

Faktor Batuan (A) adalah = 5,96

2. Perhitungan Ukuran rata-rata Fragmentasi aktual (x)

$$\text{ANFO} = 100$$

$$\begin{aligned} X &= A1 \left(\frac{V_o}{q}\right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \\ &= 5,96 \left(\frac{392}{92,47}\right)^{0,8} \times 92,47^{0,17} \times \left(\frac{100}{115}\right)^{-0,63} \\ &= 5,96 (3,17) \times 2,15 \times 1,09 \\ &= 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Indeks Keseragaman Fragmentasi Batuan (n)

$$\begin{aligned} n &= \left(2,2 - 14 \frac{B}{De}\right) \times \left(\frac{1+A^n}{2}\right)^{0,5} \times \left(1 - \frac{W}{B}\right) \times \frac{PC}{L} \\ &= \left(2,2 - 14 \frac{7}{200}\right) \times \left(\frac{1+5,96^1}{2}\right)^{0,5} \times \left(1 - \frac{7,5}{7}\right) \times \frac{3,5}{7} \\ &= 0,95 \text{ cm} \end{aligned}$$

4. Karakteristik Fragmentasi Batuan (Xc) menggunakan ANFO

$$X_c = \frac{X}{0,693^{1/n}}$$

$$= \frac{40}{0,693^{1/0,95}}$$

$$= 70 \text{ cm}$$

5. Perhitungan presentase bongkahan menggunakan ANFO adalah sebagai berikut :

- **Ukuran material batuan 20 cm**

$$R_x = e^{-(X/X_c)^n}$$

$$= e^{-(20/70)^{0,95}}$$

$$= 29 \%$$

- **Ukuran material batuan 30 cm**

$$R_x = e^{-(X/X_c)^n}$$

$$= e^{-(30/70)^{0,95}}$$

$$= 43 \%$$

- **Ukuran material batuan 40 cm**

$$R_x = e^{-(X/X_c)^n}$$

$$= e^{-(40/70)^{0,95}}$$

$$= 58 \%$$

- **Ukuran material batuan 50 cm**

$$R_x = e^{-(X/X_c)^n}$$

$$= e^{-(50/70)^{0,95}}$$

$$= 72 \%$$

- **Ukuran material batuan 60 cm**

$$R_x = e^{-(X/X_c)^n}$$

$$= e^{-(60/70)^{0,95}}$$

$$= 85 \%$$

- **Ukuran material batuan 70 cm**

$$R_x = e^{-(X/X_c)^n}$$

$$= e^{-(70/70)^{0,95}}$$

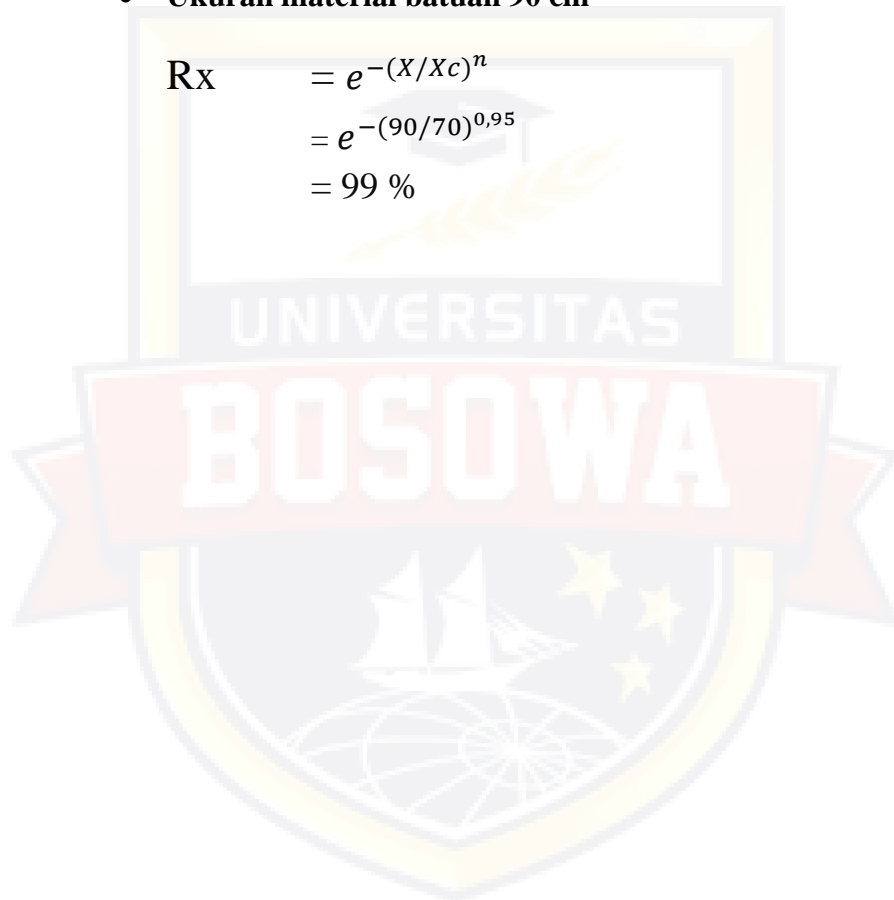
$$= 90 \%$$

- **Ukuran material batuan 80 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(x/x_c)^n} \\ &= e^{-(80/70)^{0,95}} \\ &= 98 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 90 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(x/x_c)^n} \\ &= e^{-(90/70)^{0,95}} \\ &= 99 \% \end{aligned}$$



LAMPIRAN G

PERHITUNGAN FRAGMENTASI GEOMETRI USULAN MENGUNAKAN METODE KUZ-RAM

6. Perhitungan Faktor Batuan

$$\text{Blastability Indeks (BI)} = 0,5 \times (\text{RMD} + \text{JPS} + \text{JPO} + \text{SGI} + \text{H})$$

$$A = \text{BI} \times 0,12$$

$$\text{Blastability Indeks (BI)} = 0,5 \times (20 + 20 + 40 + 12,2 + 7)$$

$$\text{BI} = 49,6$$

$$A = 49,6 \times 0,12$$

$$\text{Faktor Batuan (A) adalah} = 5,96$$

7. Perhitungan Ukuran rata-rata Fragmentasi (x)

$$\text{ANFO} = 100$$

$$\begin{aligned} X &= A1 \left(\frac{V_o}{q} \right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63} \\ &= 5,96 \left(\frac{504}{92,42} \right)^{0,8} \times 92,42^{0,17} \times \left(\frac{100}{115} \right)^{-0,63} \\ &= 50 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{EMULSION} = 1,15$$

$$\begin{aligned} X &= A1 \left(\frac{V_o}{q} \right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63} \\ &= 5,96 \left(\frac{504}{92,42} \right)^{0,8} \times 92,42^{0,17} \times \left(\frac{1,15}{115} \right)^{-0,63} \\ &= 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

8. Perhitungan Indeks Keseragaman Fragmentasi Batuan (n)

$$\begin{aligned} n &= \left(2,2 - 14 \frac{B}{De} \right) \times \left(\frac{1+A^n}{2} \right)^{0,5} \times \left(1 - \frac{W}{B} \right) \times \frac{PC}{L} \\ &= \left(2,2 - 14 \frac{8}{200} \right) \times \left(\frac{1+5,96^1}{2} \right)^{0,5} \times \left(1 - \frac{7,5}{8} \right) \times \frac{3,5}{7,0} \\ &= 0,91 \text{ cm} \end{aligned}$$

9. Karakteristik Fragmentasi Batuan (Xc) menggunakan ANFO

$$\begin{aligned} X_c &= \frac{X}{0,693^{1/n}} \\ &= \frac{50}{0,693^{1/0,91}} \\ &= 72 \text{ cm} \end{aligned}$$

10. Karakteristik Fragmentasi Batuan (Xc) menggunakan EMULSION

$$\begin{aligned} X_c &= \frac{X}{0,693^{1/n}} \\ &= \frac{60}{0,693^{1/0,91}} \\ &= 86 \text{ cm} \end{aligned}$$

11. Perhitungan presentase bongkahan menggunakan ANFO adalah sebagai berikut :

- **Ukuran material batuan 20 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(20/72)^{0,91}} \\ &= 30 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 30 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(30/72)^{0,91}} \\ &= 44 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 40 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(40/72)^{0,91}} \\ &= 58 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 50 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(50/72)^{0,91}} \end{aligned}$$

$$= 75 \%$$

- **Ukuran material batuan 60 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(60/72)^{0,91}} \\ &= 87 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 70 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(70/72)^{0,91}} \\ &= 97 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 80 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(80/72)^{0,91}} \\ &= 98 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 90 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(90/72)^{0,91}} \\ &= 99 \% \end{aligned}$$

12. Perhitungan presentase bongkahan menggunakan EMULSION adalah sebagai berikut :

- **Ukuran material batuan 20 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(20/86)^{0,91}} \\ &= 28 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 30 cm**

$$\begin{aligned} R_x &= e^{-(X/X_c)^n} \\ &= e^{-(30/86)^{0,91}} \\ &= 37 \% \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 40 cm**

$$\begin{aligned}
 R_x &= e^{-(X/Xc)^n} \\
 &= e^{-(40/86)^{0,91}} \\
 &= 50 \%
 \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 50 cm**

$$\begin{aligned}
 R_x &= e^{-(X/Xc)^n} \\
 &= e^{-(50/86)^{0,91}} \\
 &= 53 \%
 \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 60 cm**

$$\begin{aligned}
 R_x &= e^{-(X/Xc)^n} \\
 &= e^{-(60/86)^{0,91}} \\
 &= 71 \%
 \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 70 cm**

$$\begin{aligned}
 R_x &= e^{-(X/Xc)^n} \\
 &= e^{-(70/86)^{0,91}} \\
 &= 82 \%
 \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 80 cm**

$$\begin{aligned}
 R_x &= e^{-(X/Xc)^n} \\
 &= e^{-(80/86)^{0,91}} \\
 &= 93 \%
 \end{aligned}$$

- **Ukuran material batuan 90 cm**

$$\begin{aligned}
 R_x &= e^{-(X/Xc)^n} \\
 &= e^{-(90/86)^{0,91}} \\
 &= 99 \%
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN H

PROSEDUR PENGGUNAAN SPLIT DESKTOP

Tahapan penggunaan *software split desktop* :

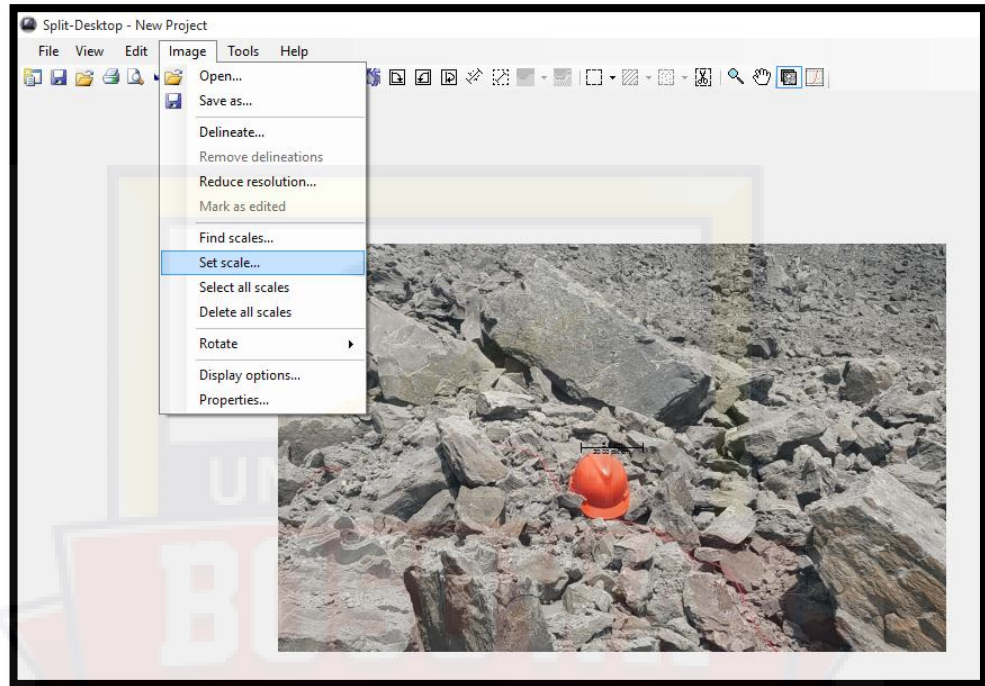
- Penentuan Gambar



Gambar Lapiran H. 1 Penentuan Gambar

Langkah pertama dalam penggunaan split desktop adalah menentukan gambar yang akan diolah. Menentukan batas dari gambar yang akan dihitung dan menentukan skala yang digunakan pada gambar tersebut. Format gambar akan berubah otomatis dalam bentuk “TIFF”. Pengambilan gambar di lapangan sangat berpengaruh pada proses perhitungan. Oleh karena itu diperlukannya skala pembanding berbentuk objek yang diketahui ukurannya agar dapat digunakan sebagai pembanding terhadap batuan yang ada.

- **Scale Image**

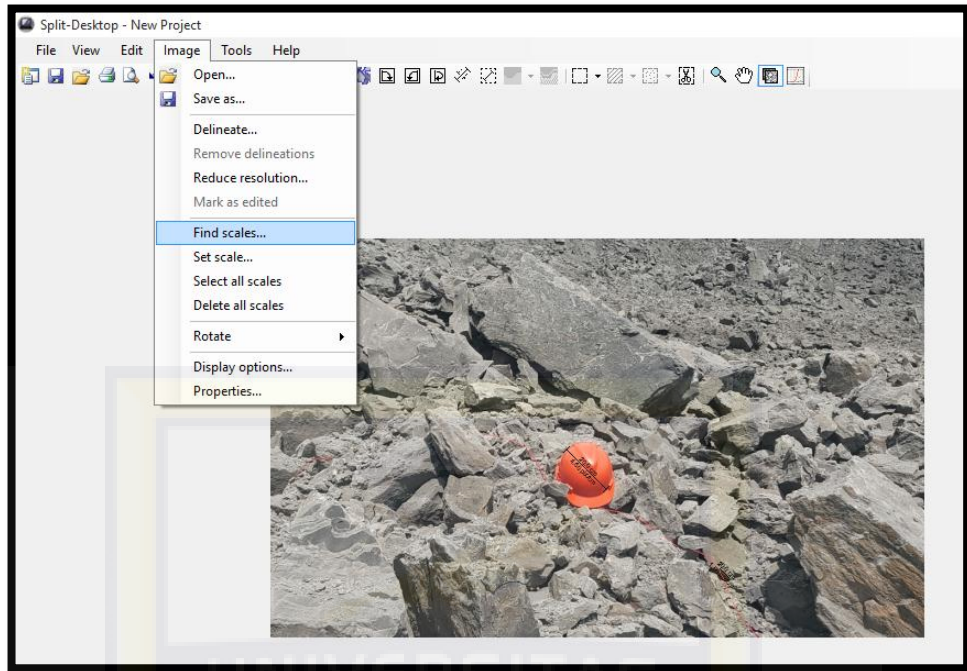


Gambar Lapiran H. 2 Scale Image

Mencari ukuran gambar, dengan memasukkan ukuran benda pembanding pada software. Dalam penelitian ini benda yang digunakan yaitu rock lock, dengan ukuran yang sudah diketahui yaitu sebesar diameter lubang tembak yang ada (200mm).

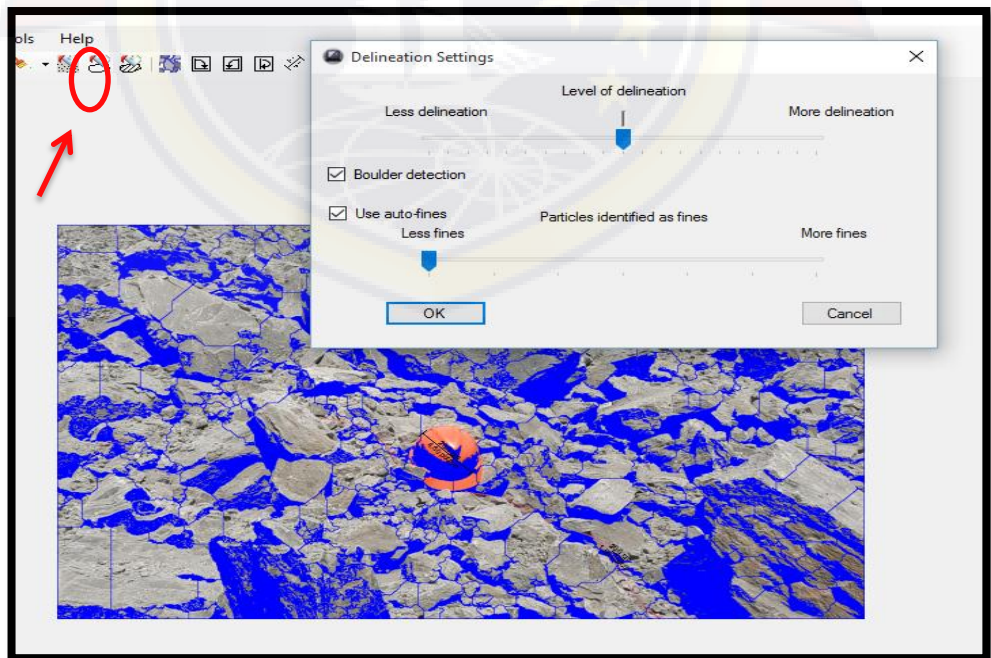
- **Find Scale**

Tahapan ini adalah saat program akan mengenali objek untuk dilakukan perhitungan. Pengukuran objek dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis. Setelah itu lanjut ke done editing untuk mengakhiri pengukuran objek secara manual.



Gambar Lapiran H. 3 Find Scale

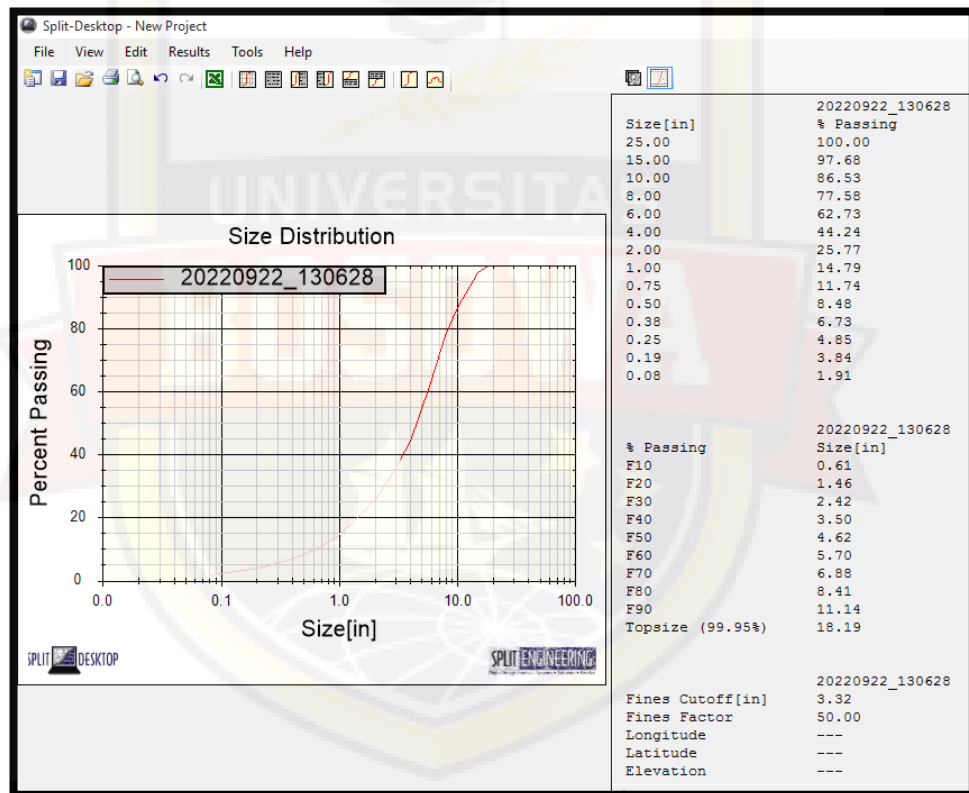
- Delineat



Gambar Lapiran H. 4 Delineat Partikel

Lalu selanjutnya masuk pada perhitungan delineat. Partikel-partikel yang sudah ditandai tadi dihitung dan akan muncul gambar berbentuk garis biru, sesuai garis-garis batas batuan yang dilakukan pengukuran. Perhitungan yang digunakan dapat dipilih antara Schuman, Rossin-Ramler atau Best Fit.

- **Graphs and Outputs**



Gambar Lahiran H. 5 Grafik dan Hasil

Tahap terakhir adalah mencari nilai akhir dan juga grafik dari hasil gambar yang diolah. Nilai yang dihasilkan merupakan distribusi presentase ukuran fragmentasi batuan.

LAMPIRAN I
HASIL PENGAMATAN FRAGMENTASI DAN PERHITUNGAN
APLIKASI SPLIT DESKTOP

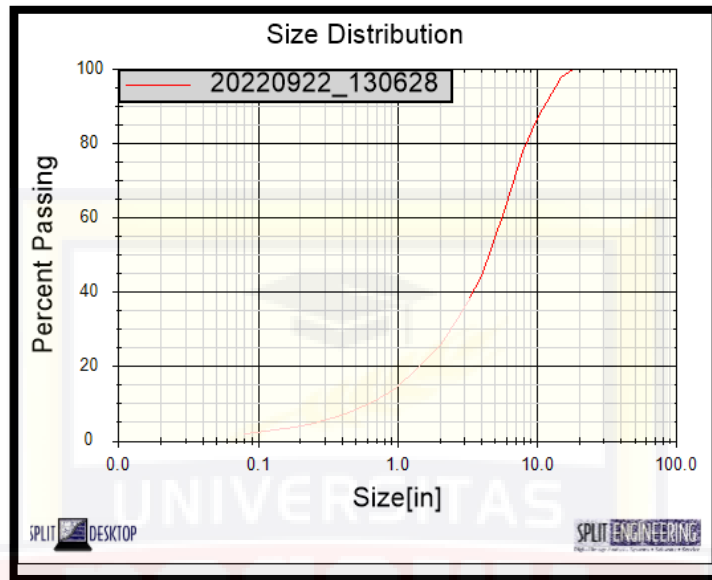


Gambar Lampiran I. 1 Hasil Pengamatan Fragmentasi Batuan AREA A



Gambar Lampiran I. 2 Hasil Pengamatan Fragmentasi Batuan AREA B

❖ **Korelasi Diagram Hasil Penelitian Split Desktop dan Tabel Hasil Perhitungan Kuz-Ram**



UKURAN	TERTAHAN %	LOLOS %
10	0,4 %	99,6 %
20	0,71 %	99,39 %
30	1 %	99 %
40	1,3 %	98,7 %
50	1,7 %	98,3 %
60	2 %	98 %
70	2,3 %	97,7 %

LAMPIRAN J

DIGGING TIME





Gambar Lampiran J. 1 Pengamatan Digging Time HITACHI XA 2002

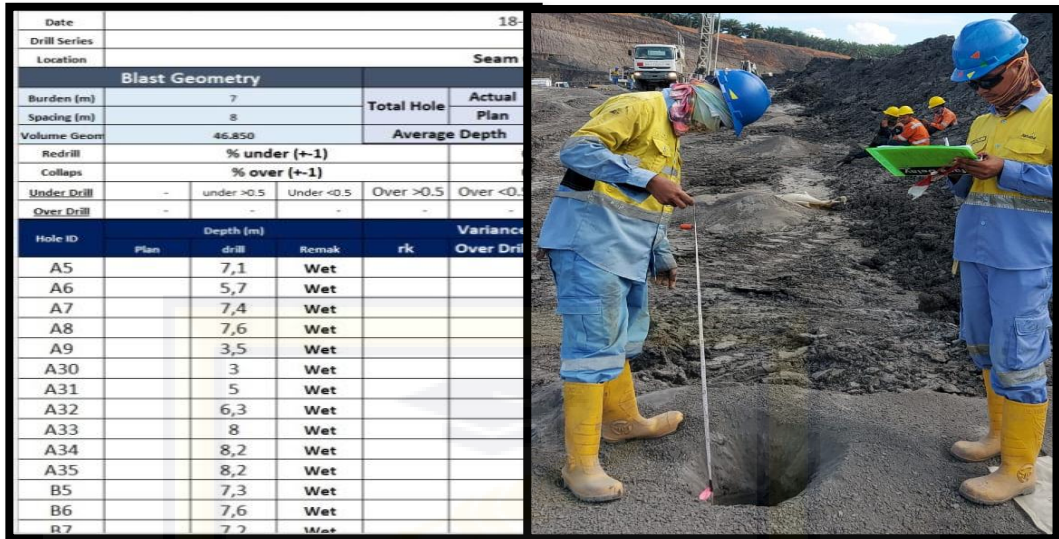
Tabel Lampiran J. 1 Digging Time HITACHI XA 2002

Digging Time HITACHI XA 2002 (Pattern 7,0 x 8.0)		
Layer 1	10,91	Detik
Layer 2	13,88	Detik
Total	24,79	Detik

LAMPIRAN K PERSIAPAN PELEDAKAN

AREA A		AREA B	
1. Blast No. :	CCWDB/VIN/39/2022	1. Blast No. :	CCWDB/VIN/39/2022
2. Propose Date :	12 September 2022	2. Propose Date :	12 September 2022
3. Location :	PIT DELTA	3. Location :	PIT DELTA
4. Blaster :	Juliadi	4. Blaster :	Juliadi
5. Request Level :	TOC SEAM F RL	5. Request Level :	TOC RL 6
6. Bench Height :	8 meter	6. Bench Height :	8 meter
7. Total Holes :	126 holes	7. Total Holes :	134 holes
8. Firing Date :	13 September 2022	8. Firing Date :	13 September 2022
9. Firing Time :	12.00 WITA	9. Firing Time :	12.00 WITA
10. Spacing :	8.0 Meter	10. Spacing :	8.0 Meter
11. Burden :	7.0 Meter	11. Burden :	7.0 Meter
12. Hole Depth :	6.1 Meter	12. Hole Depth :	7.7 Meter
13. Subdrill :	0.5 Meter	13. Subdrill :	0.5 Meter
14. Stemming :	3.1 Meter	14. Stemming :	4.2 Meter
15. Ammonium Nitrat :	8,527 Kg	15. Ammonium Nitrat :	11,351 Kg
16. Anfo :	9,071 Kg	16. Anfo :	12,076 Kg
17. Powder Factor :	0.21 Kg / Bom	17. Powder Factor :	0.21 Kg / Bom
18. Estimate Volume :	43,197 Bom	18. Estimate Volume :	57,935 Bom
Seam F		Seam F Utara	
AREA C		DWA	
1. Blast No. :	CCWDB/VIN/40/2022		
2. Propose Date :	12 September 2022		
3. Location :	PIT DELTA		
4. Blaster :	Rahman Halim		
5. Request Level :	RL 12		
6. Bench Height :	8 meter		
7. Total Holes :	70 holes		
8. Firing Date :	13 September 2022		
9. Firing Time :	12.00 WITA		
10. Spacing :	8.0 Meter		
11. Burden :	7.0 Meter		
12. Hole Depth :	7.5 Meter		
13. Subdrill :	0.5 Meter		
14. Stemming :	4.1 Meter		
15. Ammonium Nitrat :	5,804 Kg		
16. Anfo :	6,174 Kg		
17. Powder Factor :	0.21 Kg / Bom		
18. Estimate Volume :	29,400 Bom		
Seam G		Design K&E By : Dod Hermanto	
Company :  PT CENTRAL CIPTA MURDANA GROUP COMPANY BERSEKUTU		Signin :	
		Approve Engineering/K&E By:	
Contractor: 		Signin :	
		Approve Blasting/K&E By:	
Contractor: 		Signin :	
		Approve Blasting/K&E By:	
Remarks:			

Gambar lampiran K. 1 Assesment AREA Expose Seam F, Seam F Utara, Seam G



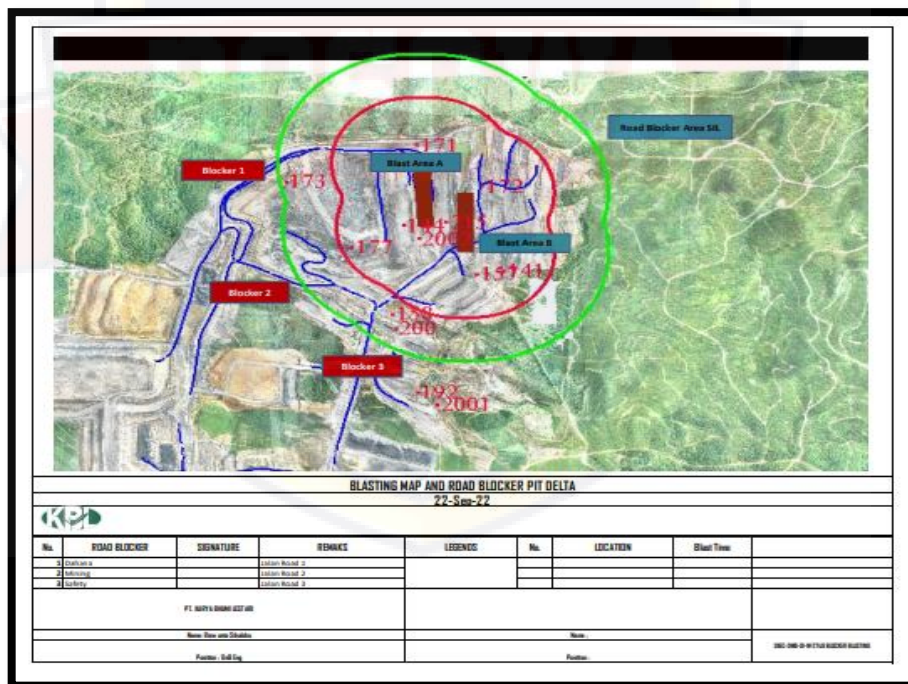
Gambar lampiran K. 2 Pemeriksaan Lubang Ledak



Gambar lampiran K. 3 Primming dan Charging Bahan Peledak



Gambar lampiran K. 4 Proses Stemming



Gambar lampiran K. 5 Blast Map dan Road Blocker

Before	After
	

Gambar lampiran K. 6 Post Blast



LAMPIRAN L

DATA SOUNDING

Tabel Lampiran L. 1 Data Sounding Lubang Bor 11 september 2022

PENGUKURAN KEDALAMAN LUBANG BOR											
TANGGAL : 11 September 2022		LOKASI : PAD Sam G		BORING : Rium, Kalin		Spesies: 0 meter		Jumlah Lubang : 74		Jumlah Barah : 23%	
JUMLAH LUBANG KONDISI LUBANG TOTAL KEDALAMAN		: 74 : 514.00		meter		SHIFT MALAM		: 143 lubang Barah : 33% : 101.40 meter : DR04, DR05, DR06			
NO	Hole ID	H (m)	G (ft)	Hole ID	H (m)	G (ft)	Hole ID	H (m)	G (ft)	CATATAN	
											ROW
1	A52	4.7	15	E16	7.5	25	A50	5	16	Average Depth: 7.0	
2	A53	4.8	16	E17	7.8	26	A51	5	16	Val. Leaning BOH: 24.81%	
3	A54	4.2	14	E18	7.7	25	B20	6.4	21		
4	A55	5.1	17	E19	7.5	25	B21	6.3	21		
5	B23	6.2	20	E20	7.6	25	B22	6.6	22	84 Neke	
6	B24	6.3	21	E21	7.7	25	D07	7.1	23	91 1. Leading Densy (kstr. 28.4	
7	B25	5.7	19	E22	7.9	26	D08	7.4	24	94 2. Densy. And (ref. 0.68	
8	B26	5.5	18	E23	7.9	26	D09	7.5	25		
9	D24	6.1	20	E24	7.7	25	D20	7.5	25		
10	D25	6.2	20	E25	6.9	23	D21	7.4	24		
11	D26	6.1	20	E26	6.2	20	D22	7.5	25		
12	D27	6.2	20	E27	7.0	23	D23	7.6	25		
13	D28	7.8	26	F04	8.4	28	D19	7.6	25		
14	D29	7.6	25	F05	5.8	19	D20	7.5	25	Lubang Barah	
15	D27	7.1	23	F06	6.4	21	D21	7.4	24	Lubang tidak Aktifkan	
16	D27	7.1	23	F07	6.9	23	D22	7.2	24		
17	F08	6.5	21	F08	6.5	21	D23	7.5	25		
18	F09	6.5	21	F09	6.9	23	D24	7.6	25		
19	F10	6.7	22	F10	6.7	22	D25	7.6	25		
20	F11	7.2	24	F11	7.2	24	D26	7.7	26		
21	F12	6.9	23	F12	6.9	23	D27	7.7	26		
22	F13	7.0	23	F13	7.0	23	D28	7.9	26		
23	F14	6.8	22	F14	6.8	22	D29	7.4	24		
24	F15	7.2	24	F15	7.2	24	D30	7.4	24		
25	F16	7.2	24	F16	7.2	24	D31	7.5	25		
26	F17	7.2	24	F17	7.2	24	D32	7.5	25		
27	F18	7.0	23	F18	6.9	23	D33	7.6	25		
28	F19	6.8	22	F19	6.8	22	D34	7.6	25		
29	F20	7.1	23	F20	7.1	23	D35	7.7	26		
30	D05	7.4	24	F21	6.9	23	D36	7.9	26		
31	D07	7.6	25	F22	6.6	22	D37	7.9	26		
32	D08	7.5	25	F23	6.9	23	D38	7.9	26		
33	D09	8.4	28	F24	7.1	23	D39	7.9	26		
34	D10	8.7	29	F25	7.1	23	D40	7.9	26		
35	D11	8.8	29	F26	7.1	23	D41	7.0	23		
36	D12	8.9	29	F27	7.2	24	D42	7.0	23		
37	D13	7.6	25	F28	7.1	23	D43	7.2	24		
38	D14	7.2	24	F29	6.9	23	D44	7.2	24		
39	D15	7.2	24	F30	7	23	D45	7.2	24		
40	D16	8	26	F31	6.6	22	D46	7.3	24		
41	D17	8	26	F32	6.6	22	D47	7.3	24		
42	D18	7.0	23	F33	6.4	21	D48	7.3	24		
43	D19	7.0	23	F34	6.4	21	D49	7.3	24		
44	D20	7.0	23	F35	6.4	21	D50	7.3	24		
45	D21	7.0	23	F36	6.4	21	D51	7.3	24		
46	D22	7.0	23	F37	6.4	21	D52	7.3	24		
47	D23	7.0	23	F38	6.4	21	D53	7.3	24		
48	D24	7.0	23	F39	6.4	21	D54	7.3	24		
49	D25	7.0	23	F40	6.4	21	D55	7.3	24		
50	D26	7.0	23	F41	6.4	21	D56	7.3	24		
JUMLAH		209.5	24.7		217.3	35.5	Total Hole	174.9	218	Total Hole	450.8



PENGUKURAN KEDALAMAN LUBANG BOR

TANGGAL : 12 September 2022
 LUBANG : PAD 5 unit
 DIKOROLEH : Ruum, Kolum
 Burden: 7 meter
 Spindel: 8 meter
 Lubang : 87
 Barah : 14x
 644.30 meter

JUMLAH TOTAL LUBANG : 87 Lubang
 KONDISI LUBANG : 14x Barah
 TOTAL KECELUKURAN KEDALAMAN : 644.30 meter
 UNIT DRILLING : DM0618C

NO	ROW			ROW			ROW			CATATAN
	H (m)	ID	C (ft)	H (m)	ID	C (ft)	H (m)	ID	C (ft)	
1	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0 Average Depth: 7.2
2	0.04		0.08	0.04		0.08	0.04		0.08	0 No. 1 reading BCH: 29.620%
3	0.08		0.16	0.08		0.16	0.08		0.16	
4	0.12		0.24	0.12		0.24	0.12		0.24	
5	0.16		0.32	0.16		0.32	0.16		0.32	0 No. 1
6	0.20		0.40	0.20		0.40	0.20		0.40	0 1. Density Density (kg/m ³): 2.6
7	0.24		0.48	0.24		0.48	0.24		0.48	0 2. Density Air (g/cc): 0.9%
8	0.28		0.56	0.28		0.56	0.28		0.56	
9	0.32		0.64	0.32		0.64	0.32		0.64	
10	0.36		0.72	0.36		0.72	0.36		0.72	
11	0.40		0.80	0.40		0.80	0.40		0.80	
12	0.44		0.88	0.44		0.88	0.44		0.88	
13	0.48		0.96	0.48		0.96	0.48		0.96	
14	0.52		1.04	0.52		1.04	0.52		1.04	
15	0.56		1.12	0.56		1.12	0.56		1.12	
16	0.60		1.20	0.60		1.20	0.60		1.20	
17	0.64		1.28	0.64		1.28	0.64		1.28	
18	0.68		1.36	0.68		1.36	0.68		1.36	
19	0.72		1.44	0.72		1.44	0.72		1.44	
20	0.76		1.52	0.76		1.52	0.76		1.52	
21	0.80		1.60	0.80		1.60	0.80		1.60	
22	0.84		1.68	0.84		1.68	0.84		1.68	
23	0.88		1.76	0.88		1.76	0.88		1.76	
24	0.92		1.84	0.92		1.84	0.92		1.84	
25	0.96		1.92	0.96		1.92	0.96		1.92	
26	1.00		2.00	1.00		2.00	1.00		2.00	
27	1.04		2.08	1.04		2.08	1.04		2.08	
28	1.08		2.16	1.08		2.16	1.08		2.16	
29	1.12		2.24	1.12		2.24	1.12		2.24	
30	1.16		2.32	1.16		2.32	1.16		2.32	
31	1.20		2.40	1.20		2.40	1.20		2.40	
32	1.24		2.48	1.24		2.48	1.24		2.48	
33	1.28		2.56	1.28		2.56	1.28		2.56	
34	1.32		2.64	1.32		2.64	1.32		2.64	
35	1.36		2.72	1.36		2.72	1.36		2.72	
36	1.40		2.80	1.40		2.80	1.40		2.80	
37	1.44		2.88	1.44		2.88	1.44		2.88	
38	1.48		2.96	1.48		2.96	1.48		2.96	
39	1.52		3.04	1.52		3.04	1.52		3.04	
40	1.56		3.12	1.56		3.12	1.56		3.12	
41	1.60		3.20	1.60		3.20	1.60		3.20	
42	1.64		3.28	1.64		3.28	1.64		3.28	
43	1.68		3.36	1.68		3.36	1.68		3.36	
44	1.72		3.44	1.72		3.44	1.72		3.44	
45	1.76		3.52	1.76		3.52	1.76		3.52	
46	1.80		3.60	1.80		3.60	1.80		3.60	
47	1.84		3.68	1.84		3.68	1.84		3.68	
48	1.88		3.76	1.88		3.76	1.88		3.76	
49	1.92		3.84	1.92		3.84	1.92		3.84	
50	1.96		3.92	1.96		3.92	1.96		3.92	
JUMLAH	0.01		0.01	0.01		0.01	0.01		0.01	0 Total ANFO (kg/m ³): 303.5

NO	ROW			ROW			ROW			CATATAN
	H (m)	ID	C (ft)	H (m)	ID	C (ft)	H (m)	ID	C (ft)	
1	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0 Average Depth: 7.2
2	0.04		0.08	0.04		0.08	0.04		0.08	0 No. 1 reading BCH: 29.620%
3	0.08		0.16	0.08		0.16	0.08		0.16	
4	0.12		0.24	0.12		0.24	0.12		0.24	
5	0.16		0.32	0.16		0.32	0.16		0.32	0 No. 1
6	0.20		0.40	0.20		0.40	0.20		0.40	0 1. Density Density (kg/m ³): 2.6
7	0.24		0.48	0.24		0.48	0.24		0.48	0 2. Density Air (g/cc): 0.9%
8	0.28		0.56	0.28		0.56	0.28		0.56	
9	0.32		0.64	0.32		0.64	0.32		0.64	
10	0.36		0.72	0.36		0.72	0.36		0.72	
11	0.40		0.80	0.40		0.80	0.40		0.80	
12	0.44		0.88	0.44		0.88	0.44		0.88	
13	0.48		0.96	0.48		0.96	0.48		0.96	
14	0.52		1.04	0.52		1.04	0.52		1.04	
15	0.56		1.12	0.56		1.12	0.56		1.12	
16	0.60		1.20	0.60		1.20	0.60		1.20	
17	0.64		1.28	0.64		1.28	0.64		1.28	
18	0.68		1.36	0.68		1.36	0.68		1.36	
19	0.72		1.44	0.72		1.44	0.72		1.44	
20	0.76		1.52	0.76		1.52	0.76		1.52	
21	0.80		1.60	0.80		1.60	0.80		1.60	
22	0.84		1.68	0.84		1.68	0.84		1.68	
23	0.88		1.76	0.88		1.76	0.88		1.76	
24	0.92		1.84	0.92		1.84	0.92		1.84	
25	0.96		1.92	0.96		1.92	0.96		1.92	
26	1.00		2.00	1.00		2.00	1.00		2.00	
27	1.04		2.08	1.04		2.08	1.04		2.08	
28	1.08		2.16	1.08		2.16	1.08		2.16	
29	1.12		2.24	1.12		2.24	1.12		2.24	
30	1.16		2.32	1.16		2.32	1.16		2.32	
31	1.20		2.40	1.20		2.40	1.20		2.40	
32	1.24		2.48	1.24		2.48	1.24		2.48	
33	1.28		2.56	1.28		2.56	1.28		2.56	
34	1.32		2.64	1.32		2.64	1.32		2.64	
35	1.36		2.72	1.36		2.72	1.36		2.72	
36	1.40		2.80	1.40		2.80	1.40		2.80	
37	1.44		2.88	1.44		2.88	1.44		2.88	
38	1.48		2.96	1.48		2.96	1.48		2.96	
39	1.52		3.04	1.52		3.04	1.52		3.04	
40	1.56		3.12	1.56		3.12	1.56		3.12	
41	1.60		3.20	1.60		3.20	1.60		3.20	
42	1.64		3.28	1.64		3.28	1.64		3.28	
43	1.68		3.36	1.68		3.36	1.68		3.36	
44	1.72		3.44	1.72		3.44	1.72		3.44	
45	1.76		3.52	1.76		3.52	1.76		3.52	
46	1.80		3.60	1.80		3.60	1.80		3.60	
47	1.84		3.68	1.84		3.68	1.84		3.68	
48	1.88		3.76	1.88		3.76	1.88		3.76	
49	1.92		3.84	1.92		3.84	1.92		3.84	
50	1.96		3.92	1.96		3.92	1.96		3.92	
JUMLAH	0.01		0.01	0.01		0.01	0.01		0.01	0 Total ANFO (kg/m ³): 303.5



PENGUKURAN KEDALAMAN LUBANG BOR

TANGGAL : 17 September 2022
 LOKASI : PROSEAMF
 DIKURUPOLEH : Rusean, Kabon
 Burden: 7 meter Spinning: 8 meter

JUMLAH LUBANG : 43 lukang
 KONDISI LUBANG : 20% Barah
 TOTAL KEDALAMAN : 461.40 meter

JUMLAH TOTAL LUBANG : 94 lukang
 KONDISI SELURUH LUBANG : 23% Barah
 TOTAL KESELOHOKAN KEDALAMAN : 1172.50 meter
 UNIT DRILLING : 180, DM07, DR04

NO	ROW			ROV			CATATAN		
	H (m)	G (ft)	H (m)	H (m)	H (m)	G (ft)	H (m)	G (ft)	
1	6.7	22	6.7	22	6.7	22	0	0	0
2	6.3	21	6.3	21	6.3	21	0	0	0
3	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
4	6.0	20	6.0	20	6.0	20	0	0	0
5	6.1	20	6.1	20	6.1	20	0	0	0
6	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
7	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
8	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
9	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
10	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
11	7.4	24	7.4	24	7.4	24	0	0	0
12	7.4	24	7.4	24	7.4	24	0	0	0
13	7.4	24	7.4	24	7.4	24	0	0	0
14	7.4	24	7.4	24	7.4	24	0	0	0
15	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
16	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
17	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
18	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
19	7.6	25	7.6	25	7.6	25	0	0	0
20	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
21	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
22	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
23	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
24	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
25	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
26	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
27	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
28	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
29	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
30	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
31	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
32	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
33	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
34	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
35	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
36	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
37	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
38	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
39	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
40	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
41	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
42	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
43	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
44	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
45	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
46	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
47	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
48	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
49	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
50	6.6	22	6.6	22	6.6	22	0	0	0
JUMLAH	461.40	1513	461.40	1513	461.40	1513	0	0	0

NO	ROW			ROV			CATATAN		
	H (m)	G (ft)	H (m)	H (m)	H (m)	G (ft)	H (m)	G (ft)	
1	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
2	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
3	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
4	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
5	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
6	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
7	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
8	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
9	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
10	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
11	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
12	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
13	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
14	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
15	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
16	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
17	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
18	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
19	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
20	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
21	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
22	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
23	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
24	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
25	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
26	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
27	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
28	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
29	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
30	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
31	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
32	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
33	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
34	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
35	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
36	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
37	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
38	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
39	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
40	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
41	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
42	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
43	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
44	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
45	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
46	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
47	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
48	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
49	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
50	6.2	20	6.2	20	6.2	20	0	0	0
JUMLAH	461.40	1513	461.40	1513	461.40	1513	0	0	0

Tabel Lampiran L. 3 Data Sonding Lubang Bor 17 september 2022